

PRAKTYCZNY

ISSN 1232-2628

ELEKTRONIK

cena 2,50 zł (25000 zł)

**czerwiec
nr 6 '96**

Tajmer 555

Uniwersalny układ czasowy (tajmer) 555 został opracowany przez firmę Signetics. Układ ten umożliwia generowanie impulsów o czasach trwania od mikrosekund do kilku minut. W trybie pracy astabilnej pozwala na generację przebiegów aż do 200 kHz. Niska cena, mała liczba elementów zewnętrznych, zdecydowały o sukcesie tego układu, który produkowany jest od ponad 25 lat, przez wiele firm. Oprócz wersji bipolarnej układ ten jest produkowany w technologii CMOS, charakteryzującej się mniejszym poborem prądu i większą częstotliwością generacji (2,7 MHz).

Schemat wewnętrzny układu tajmera 555 zamieszczono na rysunku 1a, natomiast rysunek 1b przedstawia wewnętrzny schemat blokowy. W skład tajmera wchodzi dwa komparatory napięcia z układem wewnętrznej polaryzacji, przerzutnik RS z dodatkowym wejściem zerującym, wzmacniacz wyjściowy ze stopniem przeciwsobnym i tranzystor rozładowujący. Wewnętrzny dzielnik, z którego polaryzowane są wejścia komparatorów dostarcza napięcia o wartości $1/3$ i $2/3$ U_{cc} .

Jak już wcześniej podano tajmer 555 może pracować w układzie generatora monostabilnego, lub astabilnego. Pierwszy typ pracy realizuje się w układzie przedstawionym na rysunku 2a.

W stanie spoczynkowym wewnętrzny tranzystor rozładowujący zwiera kondensator C, a wyjście układu jest w stanie niskim. Wraz z doprowadzeniem do wejścia wyzwalającego (nóżka 2) ujemnego zbocza impulsu wyzwalającego komparator B zmieni swój stan w chwili gdy napięcie wyzwalające spadnie poniżej $1/3$ napięcia zasilania. Spowoduje to zmianę stanu wyjścia przerzutnika, zatkanie tranzystora rozładowującego i zmianę

stanu wyjścia układu (nóżka 3) na wysoki. Rozpoczyna się proces ładowania kondensatora C przez rezystor R1. Napięcie na kondensatorze C wzrasta wykładniczo, aż do chwili osiągnięcia wartości $2/3$ U_{cc} , czyli progu zadziałania komparatora A. Zmiana stanu komparatora powoduje zakończenie cyklu generacji impulsu, zerując przerzutnik RS. W konsekwencji tego wyjście układu przechodzi w stan niski, a tranzystor rozładowujący zostaje włączony zwierając kondensator C. Rezystancja włączonego tranzystora rozładowującego kondensator C wynosi ok. 15Ω dla prądów mniejszych od 20 mA.

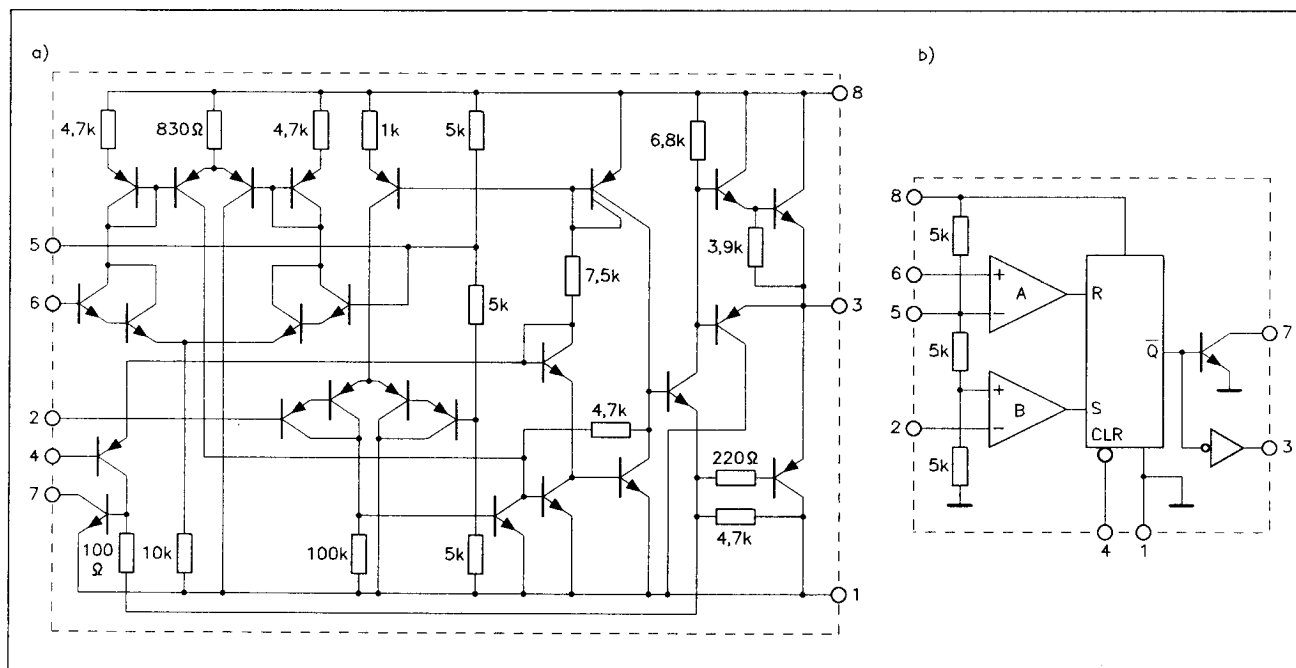
Jeżeli czas trwania impulsu wyzwalającego jest dłuższy niż czas trwania impulsu generowanego, to nastąpi przedłużenie impulsu na wyjściu układu, tak jak pokazano to na rysunku 2b.

Czas trwania impulsu wyjściowego można obliczyć w oparciu o wzór:

$$T [s] = 1,1 \cdot R1 [\Omega] \cdot C [F]$$

Minimalne czasy trwania impulsów generowanych przez układ wynoszą ok. $5 \mu s$, a maksymalne osiągają kilka minut. Nie zaleca się stosowania rezystorów R1 o wartościach większych niż $10 M\Omega$. Przy długich czasach powinno stosować się kondensatory tantalowe o małych wartościach prądu upływu. Maksymalna wartość pojemności kondensatora C nie jest w zasadzie ograniczona. Jednakże dla dużych wartości pojemności należy się liczyć ze wzrostem czasu rozładowywania kondensatora przez wewnętrzny tranzystor. Spowoduje to wydłużenie czasu po jakim układ jest gotowy do ponownego wyzwolenia.

Dokończenie tekstu na str. 30



Rys. 1 a) schemat wewnętrzny tajmera 555, b) schemat blokowy tajmera 555

PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

CZERWIEC nr 6/96

SPIS TREŚCI

Tajmer 555.....	2
Prosty automat perkusyjny cz. 2	4
Automatyczny włącznik zapisu do magnetofonu typu MDS-440.....	12
Karta zamówień.....	15
Elektronika inaczej cz. 5 – wzmacniacz operacyjny.....	16
Sygnalizator zaniku linii telefonicznej.....	20
Rejestrator sygnałów cyfrowych.....	22

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym w terminie do trzech tygodni. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznych. Koszt wysyłki wynosi: 6,00 zł (60.000 zł) bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery „Praktycznego Elektronika”: 3/92; 1/94; 1–4/95; 5–12/95, 1–6/96. Cena jednego egzemplarza 2,50 zł (25.000 zł) plus koszty wysyłki. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany, wysyłamy w cenie 1,00 zł (10.000 zł) za pierwszą stronę, za każdą następną 0,20 zł (2.000 zł) plus koszty wysyłki.

Zamówienia na płytki drukowane prosimy przysyłać na kartach pocztowych, lub kartach zamówień zamieszczonych w PE 7/95, PE 8/95, PE 2/96.

Wydawca — ARTKELE, Zielona Góra

Ogłoszenia i reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto:
ARTKELE — WYDAWNICTWO TECHNICZNE
ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra
KOMUNALNY BANK SPÓŁDZIELCZY, Zielona Góra
997283-102847-2541

Ceny:

– 1 cm² ogłoszenia ramkowego – 2,50 zł (25.000 zł) + 22% VAT
(najmniejsze ogłoszenie 20 cm²)
– ogłoszenia drobne do 40 słów – 1,25 zł (12.500 zł) + 22% VAT

Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

Adres redakcji:

„Praktyczny Elektronik”
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra
tel. niestety czasowo brak telefonu
Red. Naczelny mgr inż. Dariusz Cichoński

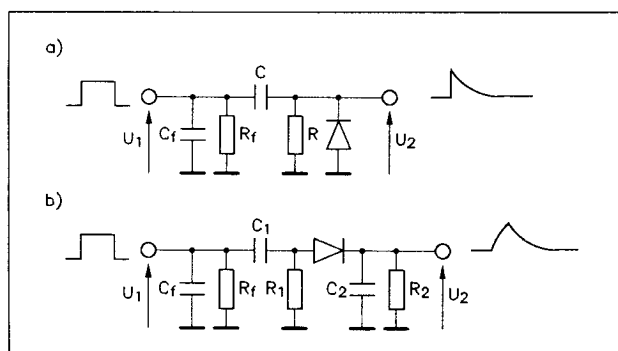
Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczonych w „Praktycznym Elektroniku” mogą być wykorzystane wyłącznie dla własnych potrzeb. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów „Praktycznego Elektronika” możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

Prosty automat perkusyjny cz. 2

Schemat blokowy generatora instrumentów

Generator instrumentów został podzielony na dwie części, każda przeznaczona do imitowania dźwięków czterech instrumentów. Generator instrumentów I pełni zasadniczą rolę, zawiera układy podstawowych instrumentów (bęben duży zwany także basowym, bęben mały – werbel, talerz krótki i talerz długi) oraz układ sumowania sygnałów i wzmacniacz. Jego układ zostanie dokładniej opisany. Generator instrumentów II pełni rolę uzupełniającą i umożliwia imitację dźwięków: bongo niskie, bongo wysokie, tam-tam, drewno. Na jego płytce znajduje się także układ strojący sygnał wejściowy. Wykorzystanie generatora instrumentów II wymaga zastosowania dodatkowych multiplekserów kodujących, których wyjścia należy podłączyć do wejść układu strojącego na jego płytce.



Rys. 1 Układy kształtujące sygnał wyzwalający

Wytwarzanie dźwięków bębnow opiera się na generacji przebiegu sinusoidalnego o odpowiednio dobrej częstotliwości. Bardzo ważny jest kształt obwiedni

tego sygnału tzn. czas narastania, trwania i czas opadania. Wykorzystuje się generatory RC z przesuwkami fazowymi. Punkt pracy generatora dobiera się tak, aby wzbudzenie drgań wystąpiło dopiero po pojawieniu się sygnału wyzwalającego i zanikło po jego ustaniu. Kształt przebiegu wyzwalającego powinien wpływać na amplitudę generowanego przebiegu. Obwiednię przebiegu ustala się przez formowanie kształtu sygnału wyzwalającego.

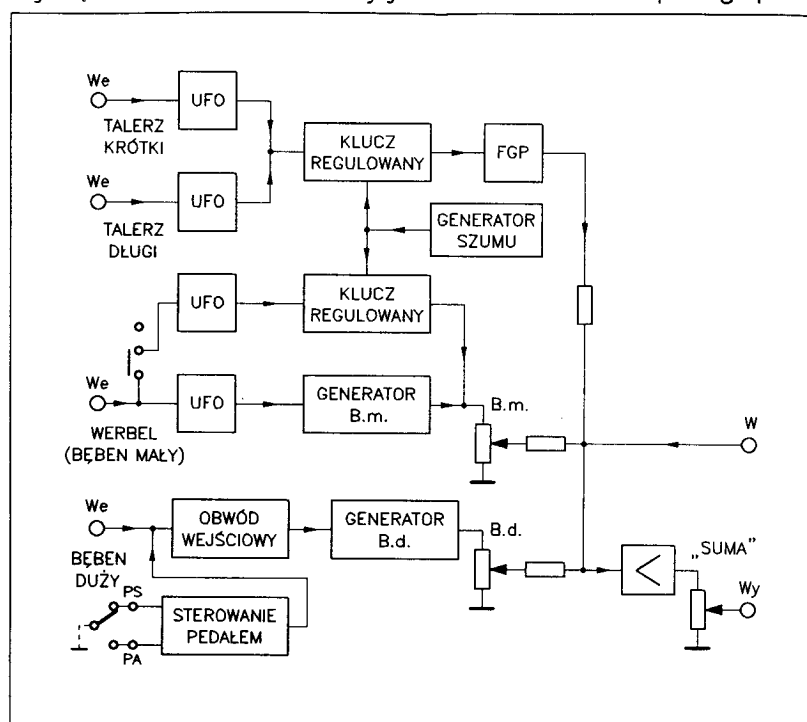
Przykłady dwóch układów kształtujących sygnał wyzwalający pokazano na rys. 1.

Pojemność C na rys. 1a i pojemność $C1$ na rys. 1b decydują o czasie trwania dźwięku. Pojemność $C2$ wraz z rezystorem $R2$ powodują przedłużenie czasu zaniku dźwięku, a więc jego ogólne wydłużenie. Elementy C_f i R_f przeznaczone są do filtracji zakłóceń jakie mogą być zawarte w cyfrowym sygnale wejściowym.

Do imitacji dźwięków perkusyjnych instrumentów blaszanych (talerze, cymbale) wykorzystuje się sygnał szumu białego. Podawanie tego sygnału o odpowiedniej obwiedni, a następnie wydzielenie składowych o wysokich częstotliwościach zapewnia efekt odpowiadający uderzeniu talerza.

Schemat blokowy generatora instrumentów I pokazany jest na rys. 2.

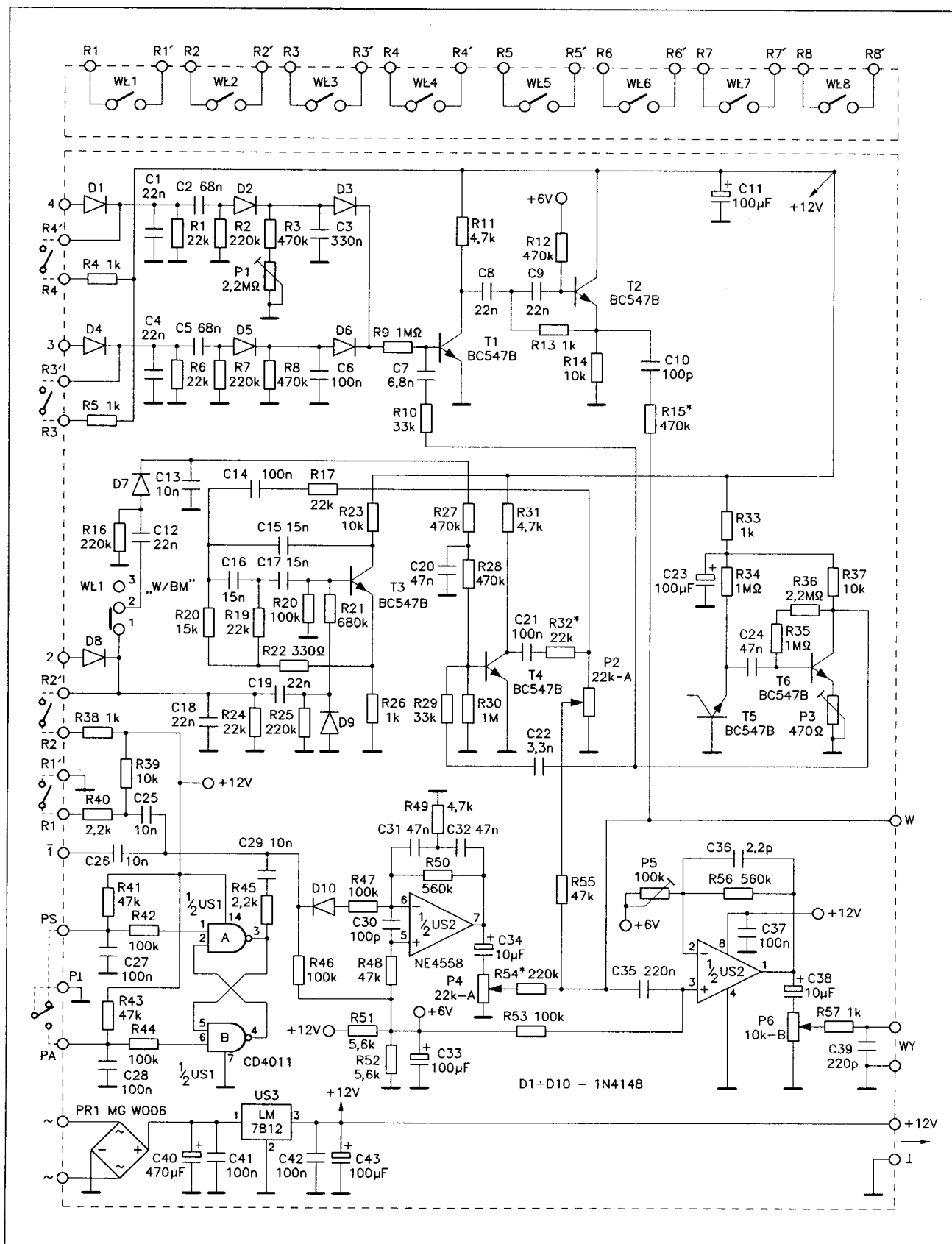
Składa się on z czterech torów sygnałowych przeznaczonych do wytwarzania czterech dźwięków. Tor pierwszy imituje dźwięk bębna dużego. Do wejścia doprowadzany jest sygnał wyzwalający z generatora rytmów. Bęben ten w perkusji jest wyzwalany za pomocą pedału. Przewidziano taką możliwość w proponowanym rozwiązaniu w formie dołączanego pedału zawierającego przełącznik dwupozycyjny.



Rys. 2 Schemat blokowy generatora instrumentów I

Z przełącznikiem tym związany jest układ sterowania pedałem – wytwarzający sygnał wyzwalający. Oprócz pedału możliwe jest wyzwalanie ręczne bębna np. za pomocą mikroprzełącznika membranowego. Podobnie pozostałe instrumenty posiadają możliwość wyzwalania ręcznego umożliwiając realizację perkusyjnych partii solowych, lub wyłączenie automatu i granie ręczne.

Obwód wejściowy bębna dużego nie jest skomplikowany, jest to układ różniczkujący o stosunkowo małej stałej czasu. Generator pobudzony sygnałem wyzwalającym wytwarza przebieg sinusoidalny gąsnący. Dla uzyskania właściwych proporcji głośności bębna na tle pozostałych instrumentów przewidziano regulację wielkości jego sygnału potencjometrem "B.d.". Po regulacji sygnał ten jest sumowany z innymi i podawany do wzmacniacza. Na wyjściu wzmacniacza znajduje się regulacja głośności ogólna "Suma". Sygnał z regulatora podawany jest na wyjście generatora.



Rys. 3 Generator instrumentów I – schemat ideowy

Kolejny instrument – bęben mały wyzwalany jest sygnałem z wejścia po uformowaniu w układzie formowania obwiedni (UFO). Sygnał ten następnie wyzwała ge-

nerator bębna. Równoległe sygnał wejściowy przez przełącznik podawany jest do drugiego układu formującego. Jest to układ imitacji sprężyn bębna małego dający

brzmienie tzw. werbla. Przełącznik jest przewidziany do ewentualnego wyłączania sprzężyn. Sygnał z układu formującego jest podawany do klucza regulowanego, do którego także jest doprowadzony sygnał szumu z generatora szumu. Załączenie klucza sygnałem wyzwalającym powoduje przenikanie szumu na jego wyjście. Oba te sygnały następnie są sumowane a głośność ich sumy jest regulowana potencjometrem "B.m.". Dalej doprowadzone są do układu sumującego.

Kolejne dwa instrumenty, talerze długi i krótki zrealizowano na jednym kluczu regulowanym. Do tego klucza podawany jest sygnał z generatora szumu i sygnały z układów formujących obwiednię. Sygnały te różnią się czasem opadania. Na wyjściu klucza znajduje się filtr górnoprzepustowy zmieniający brzmienie sygnału szumowego dla lepszej imitacji dźwięku talerza. Sygnał następnie podany jest do układu sumującego.

Układ sumujący posiada dodatkowe wejście "W" do podłączenia sygnałów z generatora instrumentów II. Schematu blokowego generatora II nie narysowano. Jego działanie zostanie wyjaśnione bezpośrednio na schemacie ideowym.

Opis schematu ideowego

W pierwszej kolejności zostanie opisany schemat ideowy generatora instrumentów I przedstawiony na rys. 3.

Sygnał wyzwalający bęben duży podawany jest do wejścia 1 zanegowane. Powinien być to sygnał zanegowany tzn. normalnie o poziomie wysokim i stanie aktywnym o poziomie niskim. Sygnał ten po różniczkowaniu na pojemności C26, przez diodę D10 wyzwala generator bębna dużego zrealizowany na wzmacniaczu operacyjnym US2. Na wyjściu generatora uzyskuje się gasnące drganie sinusoidalne odpowiadające imitowanemu dźwiękowi bębna dużego. Częstotliwość drgania można ustalić dokładnie przez dobór wartości pojemności C31, C32 i rezystora R49. Wielkość sygnału bębna jest regulowana potencjometrem P4 i przez rezystor R54 jest on podawany do układu sumującego na wejściu wzmacniacza wyjściowego.

Generator bębna dużego może być wyzwalany ręcznie za pomocą przełącznika podłączonego do zacisków R1 – R1' oraz za pomocą pedału z przełącznikiem dwupozycyjnym podłączonego do zacisków PS, PA i masy. Przełącznik pedału współpracuje z przerzutnikiem RS wytwarzającym precyzyjnie impulsy wyzwalające generatora. Jeżeli nie przewidujemy wykorzystania pedału, nie trzeba montować układu US1 (CD4011) i towarzyszących elementów. Po zamontowaniu układu sterowania pedałem, jeśli pedał nie będzie podłączany należy zewrzeć zacisk PS do masy np. za pośrednictwem gniazda Jack ze zwieraniem styków. Pedał należy tak podłączyć, aby w stanie spoczynkowym zwarty był do masy styk PS.

Pozostałe instrumenty wyzwalane są poziomem wysokim. Do wejścia 2 podawany jest sygnał wyzwalający bęben małego. Sygnał ten przez diodę separującą D8 podawany jest do układu formującego obwiednię

(C19, R25) i dalej przez rezystor R21 do bazy tranzystora T3. Tranzystor T3 pracuje jako generator RC z przesuwaniem fazy włączonym między kolektor i bazę. Dobór elementów przesuwnika decyduje o częstotliwości drgań generatora. Obwiednia sygnału wyjściowego generatora zależy od kształtu sygnału wyzwalającego na bazie tranzystora. Dla wzbudzenia drgań niezbędne jest zastosowanie w przesuwniku kondensatorów styrofleksowych (C15, C16, C17) oraz tranzystora o wzmocnieniu prądowym β większym od 200.

Sygnał wyzwalający z diody D8 podawany jest równolegle przez przełącznik WŁ1 do układu formującego obwiednię sprzężyn werbla. Przełącznikiem można wyłączać dźwięk sprzężyn. Napięcie obwiedni steruje kluczem na tranzystorze T4, do którego doprowadzony jest sygnał szumu białego z generatora szumu. Sygnały z generatora bębna małego i klucza sprzężyn sumowane są na potencjometrze P2 umożliwiającym regulację głośności werbla. Proporcje bębna i sprzężyn można ustalić przez dobór wartości rezystora R32.

Generator szumu białego niezbędny do imitacji dźwięku sprzężyn werbla i talerzy zrealizowano na tranzystorze T5. Wykorzystuje się złącze emiter baza polaryzowane w kierunku zaporowym i pracujące na granicy przebicia. Szum jest wzmacniany na tranzystorze T6 i podawany przez obwody szeregowo RC do kluczy tranzystorowych (T4 i T1). Punkt pracy tranzystora T6 ustala się precyzyjnie rezystorem nastawnym P3.

Sygnał wyzwalający krótki dźwięk talerza podawany jest do wejścia 3 i dalej przez diodę separującą D4 do układu formowania obwiedni. Sygnał wyzwalający długi dźwięk talerza podawany jest do wejścia 4. Układy formowania obwiedni różnią się elementami określającymi czas opadania. Czas trwania dźwięku talerza długiego można ustalić za pomocą rezystora nastawnego P1. Sygnały obwiedni przez diody D3 i D6, dalej rezystor R9 podawane są do bazy klucza na tranzystorze T1 powodując jego włączenie i przenikanie szumu do obwodu kolektora.

Na tranzystorze T2 zrealizowano filtr górnoprzepustowy eliminujący składowe szumu o niskich częstotliwościach uzyskując w ten sposób poprawę brzmienia instrumentu. Z emitera T2 przez szeregowo połączone C10 i R15 sygnał talerzy jest podawany do układu sumującego. Dobierając wartość rezystora R15 można ustalić proporcje głośności talerzy w odniesieniu do pozostałych instrumentów.

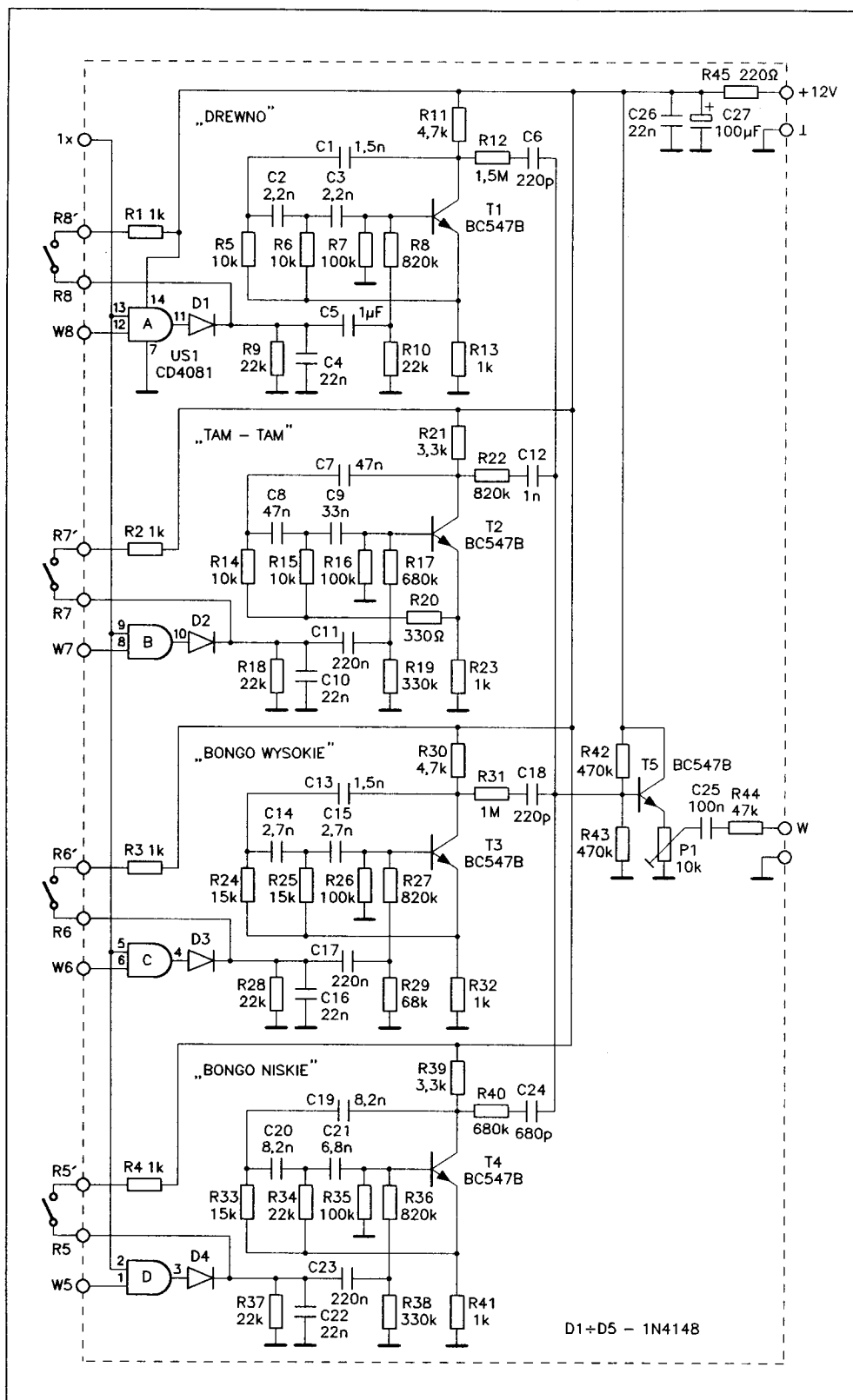
Zsumowane sygnały instrumentów podawane są do wzmacniacza nieodwracającego na 1/2 US2. Wzmocnienie wzmacniacza można regulować rezystorem nastawnym P5. Do wyjścia wzmacniacza jest podłączony potencjometr P6 przewidziany do regulacji poziomu sygnału wyjściowego. Z suwaka potencjometru przez filtr R57, C39 sygnał podawany jest do wyjścia generatora.

W górnej części schematu narysowano zestaw przełączników wyzwalania ręcznego instrumentów. Przełączniki te należy podłączyć do odpowiednich zacisków płytki generatora instrumentów RX – RX'. Połączenia te pokazano liniami przerywanymi. Nie przewi-

duje się specjalnej płytki przełączników. Proponujemy wykorzystanie płytki uniwersalnej oferowanej przez redakcję PE. Przy wykonywaniu tylko generatora instrumentów I wystarczą 4 przełączniki. Wyzwalanie ręczne nie jest obowiązkowe. Zasadniczym jest działanie automatyczne przy sterowaniu z generatora rytmów. Pobór prądu generatora I nie przekracza 10 mA.

Schemat ideowy generatora instrumentów II pokazany jest na rys. 4.

Jak łatwo zauważyć generator II składa się z czterech prawie jednakowych torów, różniących się głównie wartościami elementów. Sygnały wejściowe z multiplekserów generatora rytmów podawane są na wejścia bramek strojących układu US1 (CD 4081).

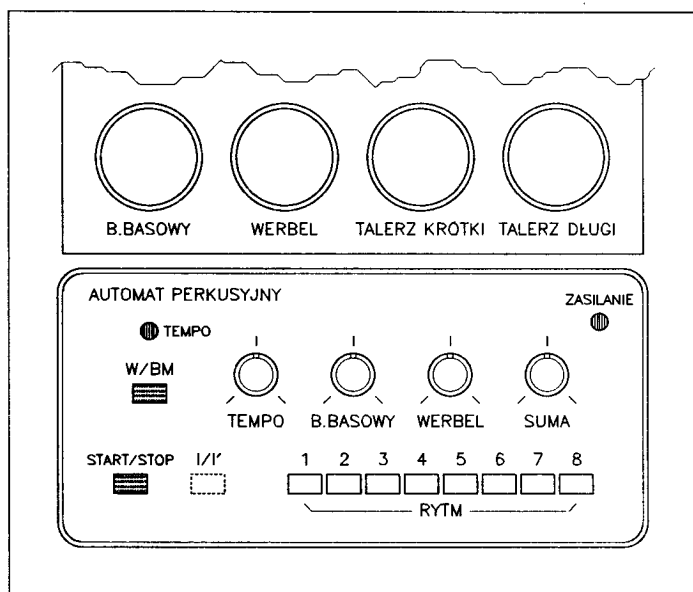


Rys. 4 Generator instrumentów II – schemat ideowy

Na drugie wejście każdej bramki podany jest sygnał "1x". Jest to sygnał z generatora zegarowego na płycie generatora rytmów (nóżka 10 US1). Sygnał ten jest podawany także do układów strojących na płycie generatora rytmów. Na wyjściu układu strojącego uzyskuje się impulsy o czasie trwania odpowiadającym połowie okresu przebiegu "1x". Oczywiście dotyczy to impulsów zaprogramowanych w matrycy multipleksera.

Impulsy te przez diodę separującą podawane są do układu formującego obwiednię. Wszystkie układy formujące zrealizowane są w formie układów różniczkujących. Z układu formującego napięcie obwiedni podawane jest przez rezystor (np. R36 dla bonga niskiego) na bazę tranzystora generatora (T4). Generatory zrealizowano jako generatory RC z przesuwnikiem fazy. Dobierając elementy przesuwnika można stroić dźwięk bębna.

Amplituda sygnału wyjściowego generatora zmienia się zgodnie z przebiegiem obwiedni aż do zaniku drgań. Sygnały wyjściowe z poszczególnych generatorów są sumowane za pomocą rezystorów i pojemności pełniących jednocześnie rolę elementów poprawiających brzmienie instrumentów.



Rys. 5 Propozycja budowy mechanicznej

Mały pobór prądu sprzyja też zrealizowaniu zasilania bateryjnego. Mogą być to coraz bardziej popularne akumulatory lub np. dwie baterijki 4,5 V. Baterijki można umieścić wewnątrz obudowy lub w zewnętrznym pojemniku. Minimalna wartość początkowa napięcia zasilającego powinna wynosić 9–12 V.

Widok płytki drukowanej generatora instrumentów I pokazano na rys. 6, a widok płytki drukowanej generatora instrumentów II pokazano na rys. 7.

Sposób montażu elementów jest typowy i zbliżony do opisanego w I części. Na płytce generatora instrumentów I przewidziano miejsce na potencjometr P1 generatora rytmów (TEMPO). Po sprawdzeniu poprawności montażu można przystąpić do uruchamiania generatora. Do tego celu niezbędny będzie multimetr i wzmacniacz z głośnikami, a wskazany oscyloskop.

Multimetrem sprawdzamy poprawność napięć zasilających +12 V i +6 V. Następnie sprawdzamy napięcia na kolektorach tranzystorów – powinny wynosić bez sygnału wyzwalającego około 12 V (za wyjątkiem T5 i T6). Napięcie na emiterze T2 powinno wynosić 5–5,5 V. Rezystorem nastawnym P3 ustalamy napięcie na kolektorze T6 zbliżone do 6 V. Napięcia na nóżkach wejściowych i wyjściowych wzmacniaczy operacyjnych powinny wynosić około 6 V. Przy zwartym zacisku PS do masy, napięcie na wyprowadzeniu 3 US1 (CD 4011) powinno być zbliżone do 12 V. Rezystor nastawny P5 ustalamy na maksymalną rezystancję – suwak do masy. Potencjometry P2 i P4 ustawić w środkowe położenie, a P6 na maksimum.

Podłączyć oscyloskop lub wzmacniacz z głośnikami do wyjścia generatora. Zwierając krótko zacisk R1 lub 1 (zanegowane) do masy zaobserwować drganie sinusoidalne gasnące na ekranie oscyloskopu lub dźwięk bębna w głośniku. Przy braku sygnału na wyjściu sprawdzić jego obecność na wyprowadzeniu 7 US2 i ewentualnie sprawdzić ciągłość toru sygnału.

Punkt połączenia katody diody D9 i rezystora R21 podłączyć do zasilania +12 V. Na wyjściu powinien wystąpić przebieg sinusoidalny o wyższej niż w poprzednim przypadku częstotliwości. Przy braku sygnału sprawdzić jego występowanie na kolektorze T3. Je-

śli i tutaj nie występuje trzeba zamienić tranzystor i sprawdzić kondensatory przesuwnika. W przeciwnym przypadku sprawdzić ciągłość toru sygnału. Odłączyć +12 V od punktu D9, R21. Przy wciśniętym wyłączniku WŁ1 zwrzeć na krótko zaciski R2 i R2'. W głośniku powinien być słyszalny dźwięk bębna małego.

Jeśli dysponujemy oscyloskopem sprawdzić występowanie szumu białego na kolektorze tranzystora T5, a następnie wzmocnionego na kolektorze T6. Sprawdzić czy sygnał szumu dochodzi do baz tranzystorów T1 i T4.

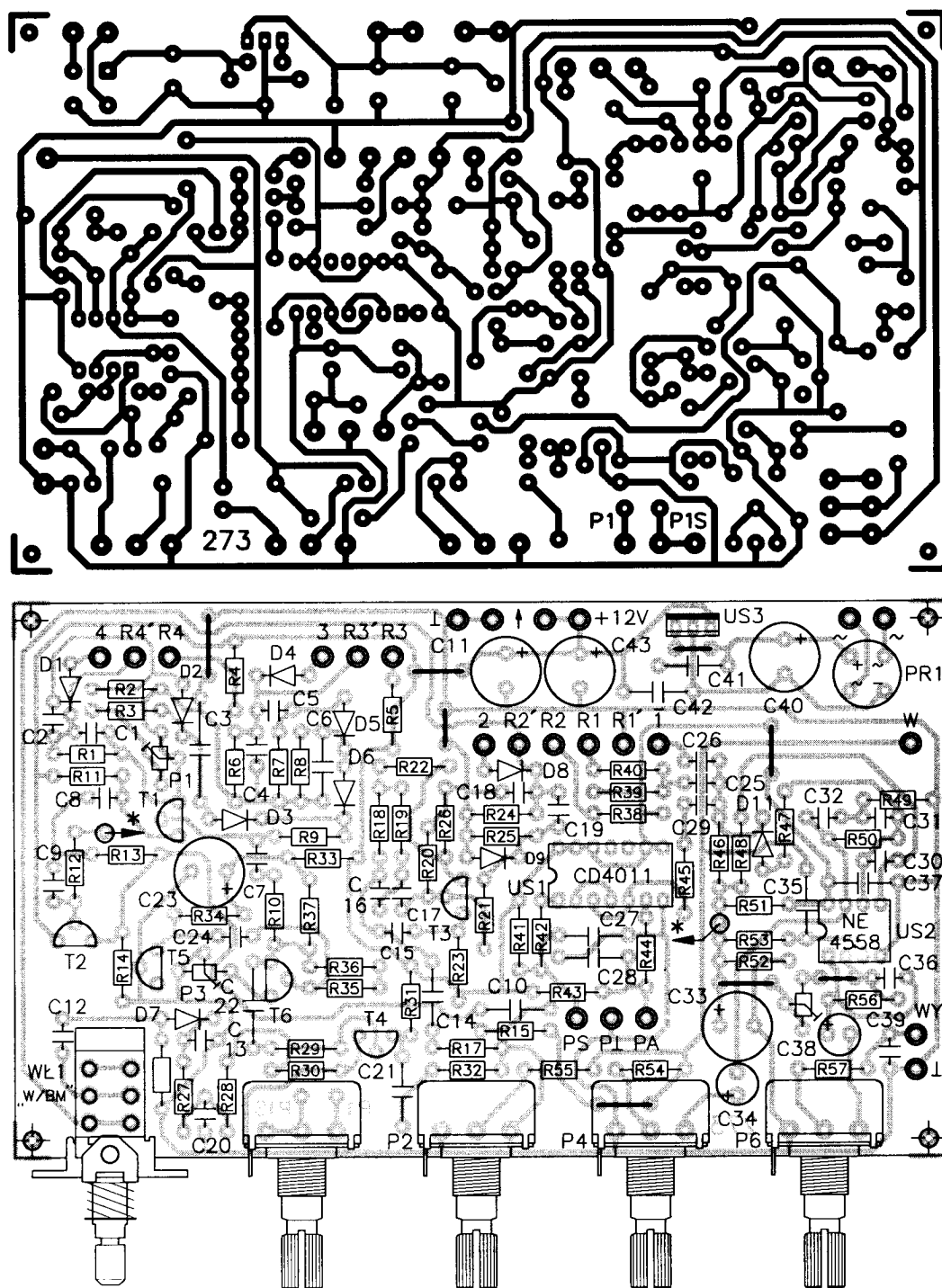
Wycisnąć wyłącznik WŁ1 i sprawdzić zmianę brzmienia dźwięku bębna małego (zwierając styki R2 i R2'). Dźwięk powinien być wzbogacony o charakterystyczne brzmienie sprężyn werbla. Brak zmiany dźwięku świadczy o nieprawidłowym działaniu klucza T4 lub układu formowania obwiedni. Właściwe proporcje obu sygnałów ustalić przez dobór rezystora R32.

Zwierając na krótko styki R3 i R3' sprawdzić brzmienie dźwięku talerza krótkiego, a następnie zwierając styki R4 i R4' sprawdzić brzmienie talerza długiego. Długość tego dźwięku ustalić rezystorem nastawnym P1. Ewentualnie skorygować wartość rezystancji R15 aby uzyskać właściwe proporcje głośności dźwięku w odniesieniu do pozostałych.

Po zaprogramowaniu matryc diodowych multiplekserów generatora rytmów przystępujemy do połączenia całości i sprawdzenia działania automatu. Włączając kolejne rytmy, zmieniając tempo sprawdzić ich brzmienie i ewentualnie skorygować w/g własnego uznania kolejność i ilość uderzeń poszczególnych instrumentów. W razie potrzeby można zwiększyć wielkość sygnału wyjściowego regulując rezystorem nastawnym P5.

Uwaga: dla poprawienia powtarzalności startu generatora rytmów od pierwszego kroku, między punkt połączenia C4 i anody D2, a masę włączyć rezystor o rezystancji 470 kΩ. Rezystor zamontować od strony ścieżek na płytce generatora rytmów.

Uruchamianie płytki generatora instrumentów II przeprowadzać dla każdego instrumentu zgodnie z metodyką przedstawioną dla bębna małego. Zasilanie +12 V podłączyć do rezystora doprowadzającego napięcie wyzwalające do bazy tranzystora i sprawdzać generację sygnału sinusoidalnego. Następnie zwierając styki RX i RX' sprawdzić brzmienie poszczególnych instrumentów.



Rys. 6 Pytka drukowana generatora instrumentów I i rozmieszczenie elementów

Dobierając wartości rezystorów R12, R22, R31, R40 ustalić wzajemne proporcje głośności poszczególnych instrumentów. Ogólną głośność ustalić potencjometrem nastawnym P1 po połączeniu punktów "W" obu generatorów instrumentów.

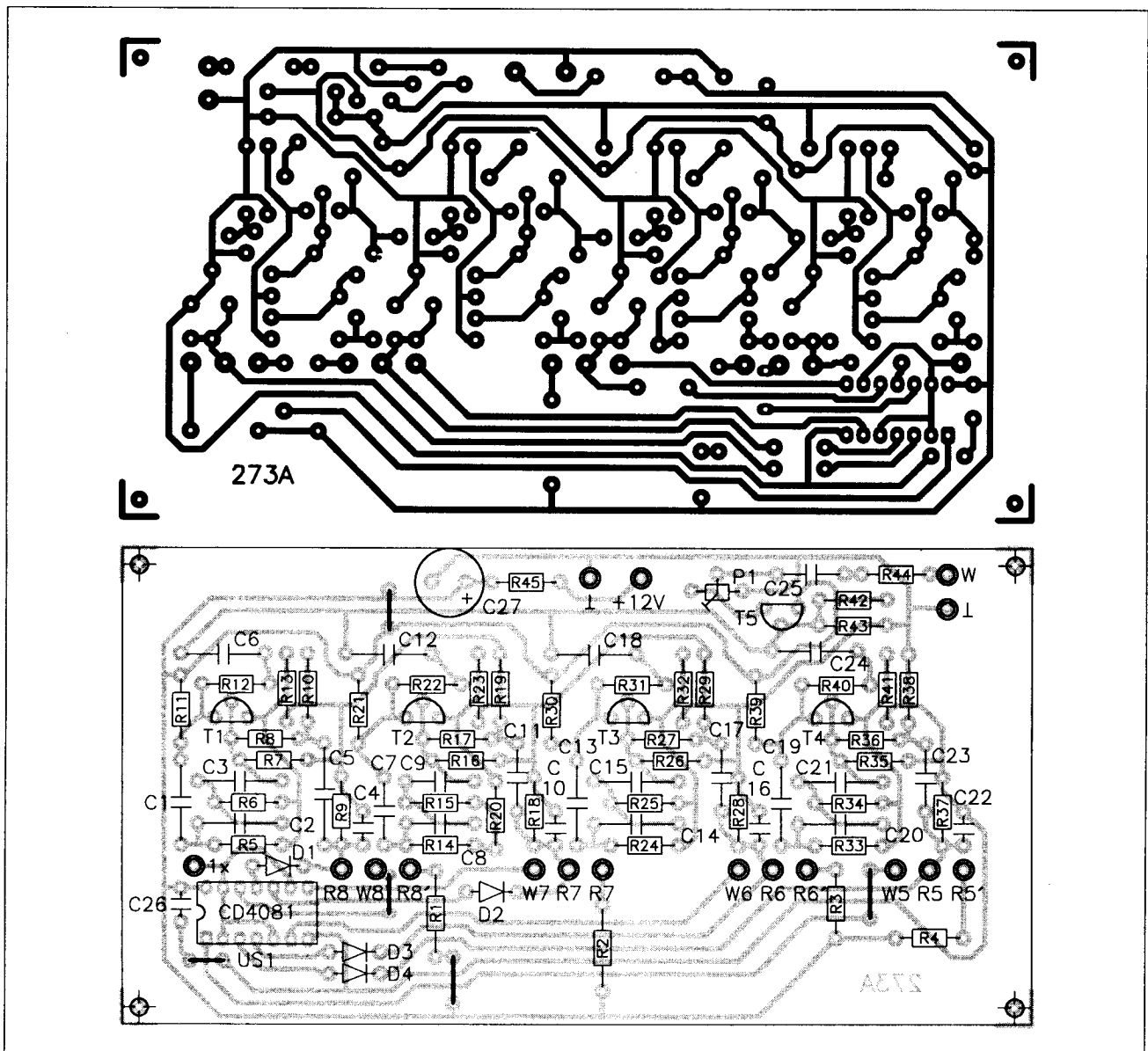
Wykaz elementów – generator instrumentów I

US1	– CD 4011 (MCY 74011)
US2	– NE 4558 (TL 082)
US3	– LM 7812

T1÷T6	– BC 547B
D1÷D10	– 1N4148
PR1	– MG W006
R22	– 330 Ω /0,125 W
R5, R13, R26, R33, R38, R57	– 1 k Ω /0,125 W
R40, R45	– 2,2 k Ω /0,125 W
R11, R31, R49	– 4,7 k Ω /0,125 W
R51, R52	– 5,6 k Ω /0,125 W

R14, R23, R37, R39	– 10 k Ω /0,125 W
R20	– 15 k Ω /0,125 W
R1, R6, R17,	
R19, R24, R32	– 22 k Ω /0,125 W
R10, R29	– 33 k Ω /0,125 W
R41, R43, R48, R55	– 47 k Ω /0,125 W
R20, R42, R44,	
R46, R47, R53	– 100 k Ω /0,125 W
R2, R7, R16, R25, R54	– 220 k Ω /0,125 W
R3, R8, R12,	
R15, R27, R28	– 470 k Ω /0,125 W
R50, R56	– 560 k Ω /0,125 W
R21	– 680 k Ω /0,125 W
R9, R30, R34, R35	– 1 M Ω /0,125 W
R36	– 2,2 M Ω /0,125 W
P3	– 470 Ω TVP 1232
P5	– 100 k Ω TVP 1232
P1	– 2,2 M Ω TVP 1232

P6	– 10 k Ω B PR 185
P2, P4	– 22 k Ω A PR 185
C36	– 2,2 pF/250 V KCPf
C10, C30	– 100 pF/50 V KCPf
C39	– 220 pF/50 V KCPf
C22	– 3,3 nF/50 V KCPf
C7	– 6,8 nF/50 V KCPf
C25, C26, C29	– 10 nF/50 V KFPf
C13	– 10 nF/400 V MKSE-20
C15, C16, C17	– 15 nF/63 V KSF-020
C1, C4, C18	– 22 nF/50 V ceramiczny
C8, C9, C12, C19	– 22 nF/250 V MKSE-20
C20, C24, C31, C32	– 47 nF/100 V MKSE-20
C2, C5	– 68 nF/100 V MKSE-20
C6, C14, C21, C27,	
C28, C37, C41, C42	– 100 nF/63 V MKSE-20



Rys. 7 Płytką drukowaną generatora instrumentów II i rozmieszczenie elementów

C35	- 220 nF/63 V MKSE-20
C3	- 330 nF/63 V MKSE-20
C34, C38	- 10 μ F/25 V 04/U
C11, C43	- 100 μ F/16 V 04/U
C40	- 470 μ F/25 V 04/U
Wł1	- segment Isostat poj., niezal.

plytka drukowana nr 273

Wykaz elementów – generator instrumentów II

US1	- CD 4081 (MCY 74081)
T1 – T5	- BC 547B
D1 – D5	- 1N4148
R45	- 220 Ω /0,125 W
R20	- 330 Ω /0,125 W
R1 ÷ R4, R13,	
R23, R32, R41	- 1 k Ω /0,125 W
R21, R39	- 3,3 k Ω /0,125 W
R11, R30	- 4,7 k Ω /0,125 W
R5, R6, R14, R15	- 10 k Ω /0,125 W
R24, R25, R33	- 15 k Ω /0,125 W
R9, R10, R18,	
R28, R34, R37	- 22 k Ω /0,125 W
R44	- 47 k Ω /0,125 W
R29	- 68 k Ω /0,125 W
R19, R38	- 330 k Ω /0,125 W
R42, R43	- 470 k Ω /0,125 W
R17, R40	- 680 k Ω /0,125 W
R8, R22, R27, R36	- 820 k Ω /0,125 W

R31	- 1 M Ω /0,125 W
R12	- 1,5 M Ω /0,125 W
P1	- 10 k Ω TVP 1232
C6, C18	- 220 pF/50 V ceramiczny
C24	- 680 pF/50 V ceramiczny
C12	- 1 nF/50 V ceramiczny
C1, C13	- 1,5 nF/63 V KSF-020
C2, C3	- 2,2 nF/63 V KSF-020
C14, C15	- 2,7 nF/63 V KSF-020
C21	- 6,8 nF/63 V KSF-020
C19, C20	- 8,2 nF/63 V KSF-020
C4, C10, C16, C22, C26	- 22 nF/50 V KFPf
C9	- 33 nF/63 V KSF-020
C7, C8	- 47 nF/63 V KSF-020
C25	- 100 nF/63 V MKSE-20
C11, C17, C23	- 220 nF/63 V MKSE-20
C5	- 1 μ F/63 V MKSE-20
C27	- 100 μ F/16 V 04/U

plytka drukowana nr 273a

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: komplet płytek numer 273 i 273a

- 9,07 zł (90.700 zł) + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ R. K.

Automatyczny włącznik zapisu do magnetofonu typu MDS-440

W czasie naszej nieobecności w domu, stacje radiowe emitują ciekawe audycje muzyczne, słuchowiska i wywiady. Zestawy audio nowej generacji posiadają wbudowane zegary, które umożliwiają sterowanie poszczególnymi elementami zestawu. Magnetofon typu MDS-440 produkcji "DIORA", niestety nie jest przystosowany do automatycznego zapisu. Proponowany automatyczny włącznik zapisu, powinien wzbogacić walory użytkowe, popularnego magnetofonu typu "szuflada".

Gdy proponujemy nowe rozwiązania dotyczące magnetofonów lub tunerów, do redakcji przysyłane są listy z prośbami o pomoc w podłączeniu prezentowanego urządzenia do innego sprzętu. Otóż nie zawsze jest to możliwe, a redakcja nie posiada danych katalogowych i schematów serwisowych wszystkich producentów.

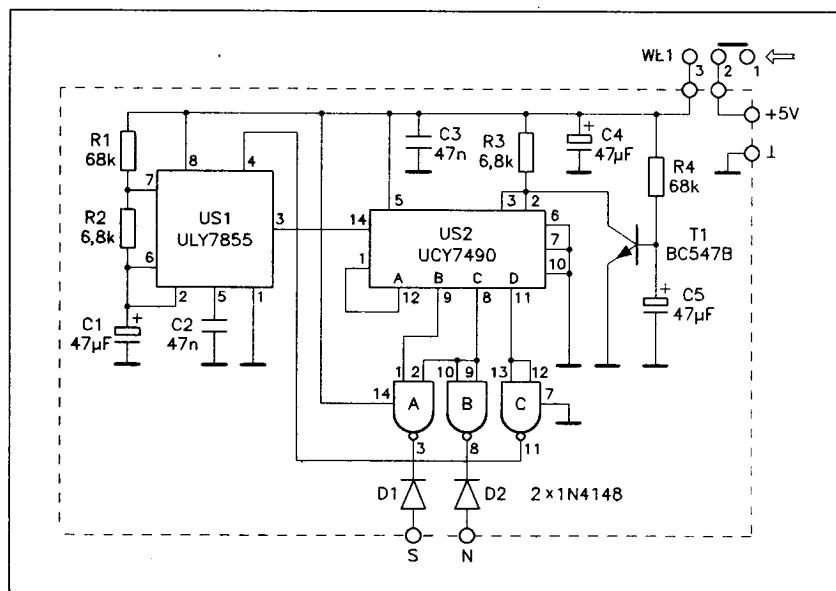
Chciałbym zaznaczyć, że najczęściej proponujemy układy do zestawów produkowanych przez dzierżoniowską "DIORE". Jest to wynik braku kontaktu z innymi producentami sprzętu w Polsce.

Opis układu

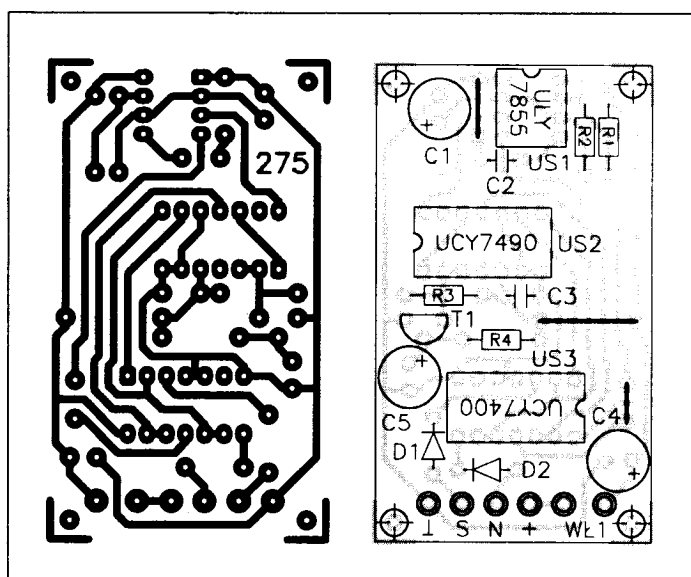
Układ automatycznego włącznika zapisu zbudowany został na układach scalonych serii TTL. W magnetofonie zastosowane zostały układy tej samej serii.

Zatem połączenia mogą być bezpośrednie, bez konieczności dopasowywania poziomów napięć. Schemat ideowy automatu przedstawia rysunek 1.

Na układzie ULY 7855 zbudowany został generator monostabilny. Częstotliwość pracy generatora określona jest przez wartość elementów R1, R2, C1 i wynosi ok. 0,38 Hz. Różnica częstotliwości, wynikająca z dużej tolerancji pojemności zastosowanego kondensatora, nie będzie miała wpływu na prawidłowość działania całego układu. Z wyjścia generatora, przebieg prostokątny o poziomie TTL, połączony jest z wejściem licznika dziesiętnego US2. Tranzystor T1 wraz z elementami R4 i C4, tworzy układ zerowania licznika w momencie załączenia zasilania (nóżki 2 i 3 US2). Po włączeniu zasilania kondensator C5 ładuje się prądem płynącym przez rezystor R4, co powoduje zatkanie tranzystora T1. Na kolektorze T1 występuje wtedy napięcie +5 V i licznik zostaje wyzerowany. Po naładowaniu się kondensatora do napięcia 0,6 V tranzystor T1 zostaje włączony, a wejścia zerujące licznika zostają zwarte do masy. Na wyjściach A, B, C, D licznika, zostaje ustalony stan 0 logicznego. Możemy sprawdzić prawidłowość działania układu, podając zasilanie +5 V z zasilacza laboratoryjnego. Sprawdzamy wówczas poziomy napięcie, występujących na wyjściach S i N, zgodnie z wcześniejszym opisem zasady działania.



Rys. 1 Schemat automatycznego włącznika zapisu



Rys. 2 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

Bramki NAND układu US3, tworzą dekodery stanów licznika. W chwili gdy wszystkie wyjścia licznika są w stanie zero na wyjściach bramek występują jedynki logiczne. Następnie wraz z kolejnymi zmianami stanów licznika, ulegają zmianie stany na wyjściach bramek, zgodnie z poniższą tabelą.

Tabela 1 Stany na wyjściach bramek

Wyjścia licznika			Wyjścia bramek		
B	C	D	A	B	C
0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	1	1
0	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1
0	0	1	1	1	0

Diody D1 i D2 zabezpieczają wyjścia bramek A i B, przed zwarcieniem do masy przez włącznik w magnetofonie, w czasie sterowania ręcznego. Wyjścia S i N automatu, będą podłączone do punktów lutowniczych w magne-

fonie, decydujących o włączeniu funkcji "ZAPIS" i "START". Włączniki w magnetofonie nadal będą spełniać swoją rolę. Dodatkowe połączenia nowego układu, nie spowodują zmiany w prawidłowej pracy magnetofonu.

Po wyzerowaniu licznika na wyjściu bramki C i wejściu zerującym generatora (nóżka 4 US1) pojawi się jedynka logiczna, włączająca generator. Gdy stan ten zostanie zmieniony na przeciwny, a więc pojawi się logiczne zero, generator zostanie zatrzymany i licznik przestanie zliczać kolejne cykle. Następuje to w momencie zliczenia 8 cykli przez licznik.

Gdy licznik zaczyna zliczać pierwsze cykle, po włączeniu zasilania, magnetofon ustala swoje parametry pracy. Od momentu włączenia zasilania upływa kilka sekund, zanim zostanie włączony zapis. Po ok. 10 sekundach, gdy licznik zliczy 4 cykle, na wyjściu N automatu pojawi się 0 logiczne. Włączona zostanie funkcja "ZAPIS" w magnetofonie. Funkcja "START" włączona zostanie, gdy na wyjściu S pojawi się 0 logiczne. Stan ten otrzymujemy w momencie zliczenia 6 cykli przez licznik.

Jak już pisałem wcześniej, zatrzymanie pracy generatora następuje po zliczeniu 8 cykli przez licznik. Na wyjściach N i S ponownie pojawi się 1 logiczna.

Włącznik WŁ1 włączamy gdy magnetofon jest wyłączony, a podanie zasilania z sieci spowoduje uruchomienie automatycznego zapisu. Włączenie zasilania z sieci możemy uzyskać z zegara, który posiada funkcję załączania napięcia sieci na określony czas. Zasilanie to włączy nam wzmacniacz w zestawie "wieży". Gniazda sieciowe we wzmacniaczu włączają tuner (ustawiony na określoną stację) i magnetofon (włączony WŁ1 automatu).

Montaż i uruchomienie

Mozaikę ścieżek płytki drukowanej oraz stronę montażową płytki przedstawia rysunek 2.

Przed zamontowaniem elementów pamiętać należy o zamontowaniu zwojek z drutu. Po zamontowaniu podzespołów elektronicznych, układ nie wymaga wstępnego uruchomienia.

Karta zamówień

Poniżej zamieszczamy kartę zamówień. Zmiany dotyczą zamawiania kserokopii artykułów. Chcąc zamówić kserokopię wybranego artykułu, w rubryce "Kserokopie" należy wpisać numer płytki występującej w tym artykule. Jeżeli artykuł mieści się w dwóch numerach PE, zamawiający otrzyma wszystkie części artykułu. Jeżeli w artykule występują dwie płytki drukowane wystarczy podać numer tylko jednej z nich.

W przypadku artykułów opisowych, bez płytek drukowanych, zamówienie wpisujemy w pozycji "UWAGI" podając tytuł artykułu i numer Praktycznego Elektronika w którym on występuje. Także w uwagach wpisujemy zamówienia dodatkowe, np. na lampę oscyloskopową, EPROM-y itp. Także w tej rubryce można zaznaczyć, że zamówienie jest ponawiane.

Adres zamawiającego prosimy wpisywać literami drukowanymi. Wypełnioną kartę wycinamy wzdłuż linii przerywanej i naklejamy na zwykłą kartę pocztową. Prosimy nie wkładać karty zamówienia do koperty. Wysyłka karty pocztowej kosztuje mniej niż wysyłka listu, a nam ułatwia pracę. Wydrukowaną poniżej kartę można powielić na ksero. Nie chcemy drukować karty zamówień na kartoniku, gdyż podniesie to koszt pisma, za co w konsekwencji zapłacą wszyscy Czytelnicy.

Przyjmujemy także zamówienia na zwykłych kartach pocztowych. W takim przypadku prosimy jednak o przestrzeganie kilku zasad:

- adres i zamówienie należy wpisywać na jednej stronie karty;
- jednorazowo można zamawiać maksymalnie 10 różnych pozycji płytek;
- jednorazowo można zamawiać maksymalnie 6 egzemplarzy archiwalnych PE;
- kserokopię zamawiamy podając numer płytki zawartej w artykule.

Przy zamawianiu płytek drukowanych prosimy podawać tylko numer płytki i ilość zamawianych sztuk. Inne informacje, jak nazwa urządzenia, numer/rócznik, cena są zbędne. Płytki drukowane wysyłane są bez dokumentacji. Schemat, rysunek montażowy, opis układu i uruchomienia zawarte są piśmnie. Jeżeli zamawiający nie posiada tych danych można dodatkowo zamówić numer archiwalny PE, lub kserokopie artykułu. Usługa ta jest odpłatna. Aktualne ceny kopii kserograficznych zamieszczane są w każdym numerze PE na stronie trzeciej w ramce pod spisem treści.

Przypominamy, że od 10.02.1996 uległy zmianie koszty wysyłki i wynoszą one obecnie 6,00 zł (60.000 zł). Zmiana ta wynika z podwyżki usług pocztowych i nie mamy na nią żadnego wpływu.

Zamówienia bez adresu (a takie się zdarzają), z adresem nieczytelnym, lub bez kodu pocztowego nie będą przyjmowane.

Redakcja

Imię

ul./os.

Kod pocztowy

Nazwisko

Ulica (miejscowość, wieś)

Poczta (miejscowość)

Numer płytki

Ilość

Numer/rócznik

Ilość

Numer płytki

Wytłnij i naklej na kartę pocztową (wysyłka karty pocztowej kosztuje mniej niż wysyłka listu, a nam ułatwia pracę).

Wszystkie dane personalne wpisać literami drukowanymi

Wytłnij i naklej na kartę pocztową (wysyłka karty pocztowej kosztuje mniej niż wysyłka listu, a nam ułatwia pracę).

W przypadku zamawiania kserokopii artykułów prosimy o podanie numeru płytki drukowanej zamieszczonej w tym artykule. Jeżeli w artykule występują dwie płytki należy podać tylko numer jednej z nich). W przypadku artykułów w których nie występuje płytka drukowana należy podać tytuł artykułu i numer PE w rubryce UWAGI.

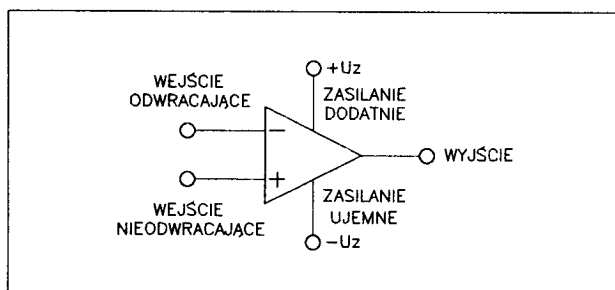
Uwagi:

Elektronika inaczej cz. 5 – wzmacniacz operacyjny

Ogólne właściwości wzmacniacza operacyjnego

Wzmacniaczem operacyjnym nazywany jest najczęściej układ scalony charakteryzujący się bardzo dużą rezystancją wejściową i bardzo małą wyjściową, posiadający bardzo duże wzmocnienie napięciowe w obszarze liniowej części charakterystyki przejściowej. Podstawowymi elementami z jakich zbudowany jest wzmacniacz operacyjny są tranzystory. Brak znajomości teorii działania tranzystorów nie przeszkodzi nam jednak w analizie układów zrealizowanych z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych. Będziemy je traktowali jako podzespoły o podanych wyżej właściwościach, za pomocą których można realizować układy przetwarzania sygnałów – nie wnikając w ich wnętrze.

Oznaczenie schematowe wzmacniacza operacyjnego przedstawiono na rys. 1. Widzimy, że posiada on pięć wyprowadzeń. Dwa wejściowe, dwa zasilające i wyjście. Przy analizie działania można pominąć zasilanie. Wiele wzmacniaczy operacyjnych posiada dodatkowe wyprowadzenia służące do podłączania zewnętrznych elementów poprawiających właściwości wzmacniacza (symetryzacja, kompensacja częstotliwościowa, eliminacja wzbudzeń).



Rys. 1 Oznaczenie wzmacniacza operacyjnego

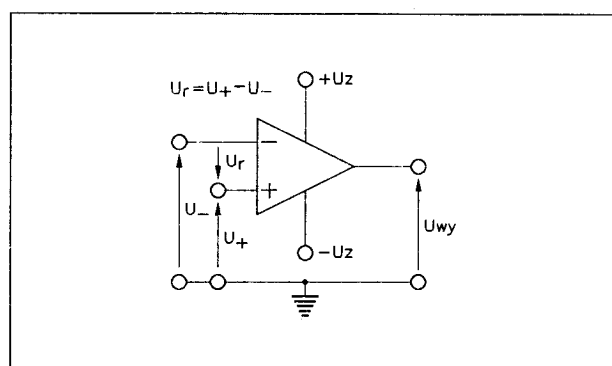
Każde wyprowadzenie wzmacniacza operacyjnego oprócz swego przeznaczenia posiada także specyficzną nazwę. Wyprowadzenia wejściowe to *wejście odwracające* oznaczone znakiem "-" i *wejście nieodwracające* oznaczone znakiem "+". Znaki "+" i "-" nie mają związku z polaryzacją sygnału wejściowego, a jedynie wskazują zmianę fazy sygnału wyjściowego względem wejściowego. Oba wejścia razem tworzą tzw. *wejście symetryczne* zwane także *różnicowym*.

Kolejne dwa wyprowadzenia przeznaczone są do doprowadzenia napięcia zasilającego. Wzmacniacze operacyjne zasilane są najczęściej napięciami symetrycznymi względem odniesienia, czyli masy (np. +12 V i -12 V). Dlatego nazywane są odpowiednio *zasilaniem dodatnim* i *zasilaniem ujemnym*. Zadaniem napięcia zasilającego jest zapewnienie odpowiednich warunków pracy elementów składowych wzmacniacza (tranzystorów) i dostarczenie energii do obciążenia podłączonego do wyjścia wzmacniacza.

Wzmacniacz operacyjny posiada jedno wyjście zwane *wyjściem niesymetrycznym*. Spotyka się układy

z dwoma wyjściami, na których występują sygnały o przeciwnych fazach. Jest to tzw. *wyjście symetryczne*.

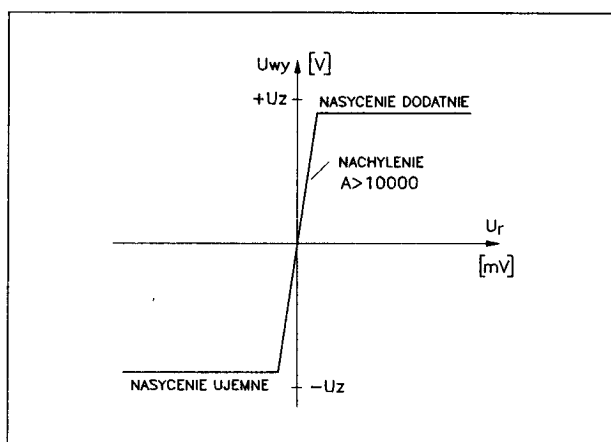
Pięć wyprowadzeń wzmacniacza operacyjnego, a zwłaszcza doprowadzone do nich napięcia i prądy powinny być jednoznacznie określone, aby nie wprowadzać niepotrzebnych wieloznaczności i nieporozumień. Pomocnym jest tutaj wprowadzenie wymienionego już wcześniej *poziomu odniesienia*. Stanowi on punkt, węzeł wspólny dla wejścia i wyjścia zwany popularnie *masą* lub *uziemieniem*. Oznaczenie napięć doprowadzonych do wzmacniacza z wykorzystaniem poziomego odniesienia pokazano na rys. 2.



Rys. 2 Oznaczenie napięć wzmacniacza operacyjnego

Idealny wzmacniacz operacyjny

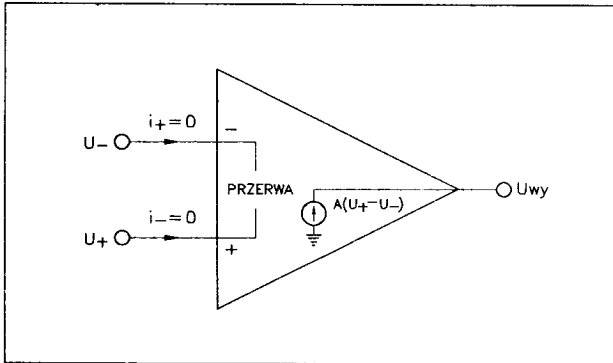
Rozpatrzmy właściwości wzmacniacza operacyjnego – jako wzmacniacza idealnego i na zakończenie opiszemy różnice występujące we wzmacniaczu rzeczywistym. Wzmacniacz idealny charakteryzuje się nieskończenie wielką rezystancją wejściową i zerową rezystancją wyjściową. Jego charakterystykę przejściową pokazano na rys. 3.



Rys. 3 Charakterystyka przejściowa wzmacniacza operacyjnego

Nieskończenie wielka rezystancja wejściowa oznacza, że prądy wejściowe wzmacniacza " i_+ " oraz " i_- "

" będą równe zero. Zerowa rezystancja wyjściowa z kolei oznacza, że obwód wyjściowy wzmacniacza może być reprezentowany przez idealne źródło napięciowe. W efekcie uzyskujemy schemat zastępczy idealnego wzmacniacza operacyjnego uwidoczniony na rys. 4.



Rys. 4 Schemat zastępczy idealnego wzmacniacza operacyjnego

Charakterystyka przejściowa wzmacniacza może zostać podzielona na trzy części – dwie dotyczą nasycenia, a trzecia to część liniowa. W liniowej części charakterystyki napięcie wyjściowe zależy od różnicy napięć wejściowych ($u_+ - u_-$). Współczynnik proporcjonalności (wzmocnienie napięciowe) A jest zwykle większy od $10\,000$ (10^4) V/V, a spotykane są wzmacniacze o wzmocnieniu rzędu $1\,000\,000$ (10^6) V/V. Bardzo duże wzmocnienie napięciowe wzmacniacza operacyjnego powoduje, że zakres zmian napięcia wejściowego dotyczący części liniowej charakterystyki jest bardzo mały (rzędu 1 mV i mniej). Im większe wzmocnienie napięciowe wzmacniacza tym mniejszy jest zakres napięć wejściowych dotyczący liniowej części charakterystyki przejściowej. Jeszcze raz podkreślam, że wzmacniacz reaguje na różnicę napięć wejściowych. Na podstawie tych rozważań można określić specyfikę pracy w części liniowej charakterystyki następująco:

- 1) prądy wejściowe są równe 0,
- 2) napięcia poszczególnych wejść są praktycznie równe.

Po przekroczeniu przez różnicę napięć wejściowych liniowej części charakterystyki wkraczamy w obszar nasycenia. Jeśli różnica napięć wejściowych jest dodatnia, napięcie wyjściowe będzie zbliżone do napięcia zasilania dodatniego. Jeśli różnica będzie ujemna to napięcie wyjściowe będzie zbliżone do napięcia zasilania ujemnego.

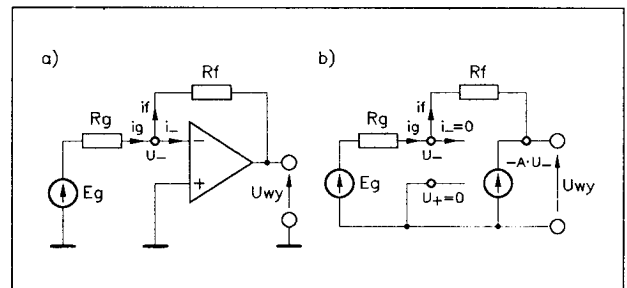
Wykorzystując wzmacniacz operacyjny bez dodatkowych elementów zewnętrznych modyfikujących jego właściwości, praktycznie zawsze znajdujemy się w obszarze nieliniowym i napięcie wyjściowe będzie zbliżone, do jednego z napięć zasilających. Mówimy wtedy o pracy z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego. Wprowadzenie zewnętrznych elementów zwłaszcza między wyjściem i wejściem wprowadza tzw. sprzężenie zwrotne, czyli przekazywanie części energii sygnału z wyjścia na wejście. W efekcie parametry układu ze wzmacnia-

czem operacyjnym będą zależały właściwie od elementów sprzężenia co wykazemy dalej.

Układy liniowe ze wzmacniaczami operacyjnymi

Podstawowym zastosowaniem wzmacniaczy operacyjnych jest realizacja układów liniowych. Do grupy tej należą wzmacniacze odwracające i nieodwracające, wtórnik oraz układy sumowania i odejmowania sygnałów. Nie będziemy aktualnie zajmowali się układami filtrów, które także można realizować za pomocą wzmacniaczy operacyjnych.

Najbardziej popularnym układem jest wzmacniacz odwracający. Jego nazwa pochodzi od specyficznej cechy odwracania napięcia wyjściowego względem wejściowego, co inaczej oznacza przesunięcie fazy o 180° . Schematy ideowy i zastępczy takiego wzmacniacza są pokazane na rys. 5.



Rys. 5 Wzmacniacz odwracający

We wzmacniaczu tym za pomocą rezystora R_f jest realizowane sprzężenie zwrotne z wyjścia do wejścia odwracającego. Do wejścia odwracającego podawany jest także sygnał wejściowy z generatora o sile elektromotorycznej E_g i rezystancji wewnętrznej R_g . Ponieważ sygnał sprzężenia zwrotnego ma kierunek przeciwny do sygnału wejściowego, jest to tzw. sprzężenie zwrotne ujemne. Zakładając pracę w obszarze liniowym można skorzystać z poznanego już schematu zastępczego wzmacniacza operacyjnego. Na jego bazie skonstruowano schemat zastępczy wzmacniacza odwracającego (5 b).

Przy pracy w obszarze liniowym napięcie wejściowe $u_- = 0$ i prąd wejściowy $i_- = 0$. Wynika stąd, że prądy i_g oraz i_f będą równe (I prawo Kirchhoffa).

$$i_g = E_g / R_g \quad i_f = -U_{wy} / R_f$$

Otrzymujemy więc następującą proporcję:

$$E_g / R_g = -U_{wy} / R_f$$

A z niej obliczamy U_{wy} .

$$U_{wy} = -(R_f / R_g) E_g$$

Uzyskaliśmy prosty wzór na charakterystykę przejściową wzmacniacza odwracającego. Znak "-" wskazuje na odwrócenie napięcia wyjściowego względem wejściowego. Stosunek R_f / R_g to wzmocnienie napięciowe wzmacniacza odwracającego. Widzimy, że nie zależy

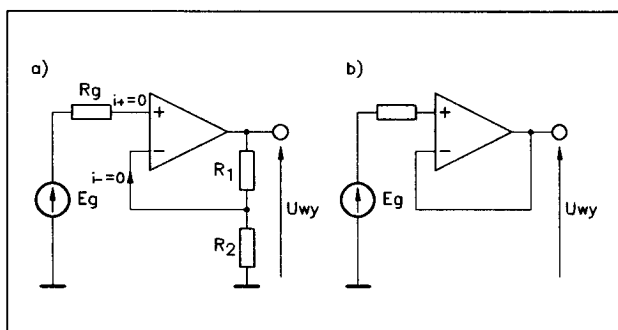
ono od parametrów samego wzmacniacza. Wprowadzenie ujemnego sprzężenia zwrotnego prowadzi do zmniejszenia wynikowego wzmocnienia wzmacniacza, co odpowiada jednocześnie poszerzeniu zakresu napięć wejściowych dla pracy liniowej.

$$E_{gm} = U_z/k_u \quad \text{gdzie: } k_u = R_f/R_g$$

Wzmocnienie napięciowe rzeczywistego wzmacniacza operacyjnego przy rozwartej pętli sprzężenia zależy silnie od temperatury i egzemplarza wzmacniacza. Uniezależnienie się od tego parametru przez wprowadzenie sprzężenia zwrotnego jest szczególnie cenne.

Sprzężenie zwrotne nie zmienia właściwości samego wzmacniacza operacyjnego. Powstaje nowy układ o wejściu E_g i wyjściu U_{wy} , o nowych właściwościach, którego działanie nie byłoby możliwe bez wzmacniacza operacyjnego.

Wyobrazić sobie można układ posiadający sprzężenie zwrotne jak wzmacniacz odwracający a sygnał wejściowy podawany na wejście nieodwracające. Układ taki narysowany jest na rysunku 6a.



Rys. 6 Wzmacniacz nieodwracający i wtórnik

Brak przepływu prądów wejściowych (i_+ , i_-) oraz założenie pracy liniowej powodują, że napięcia na obu wejściach wzmacniacza operacyjnego będą równe E_g . Między wyjściem wzmacniacza a wejściem odwracającym, układ sprzężenia zwrotnego tworzy znany już nam dzielnik napięciowy. Możemy więc napisać:

$$E_g = U_{wy} R_2 / (R_1 + R_2)$$

A po przekształceniu.

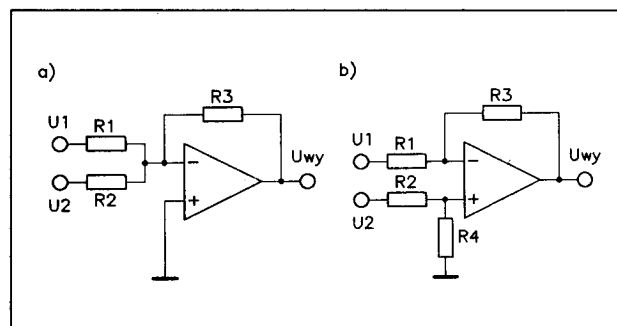
$$U_{wy} = E_g (R_1 + R_2) / R_2$$

Otrzymaliśmy więc tzw. *wzmacniacz nieodwracający*, którego wzmocnienie napięciowe wynosi $(R_1 + R_2) / R_2$. Wzmacniacz ten nie zmienia fazy sygnału wyjściowego względem sygnału wejściowego.

Zwiększanie wartości R_2 i zmniejszanie wartości R_1 prowadzi do zmniejszania wzmocnienia wzmacniacza. W skrajnym przypadku kiedy R_2 będzie stanowił rozwarcie a R_1 zwarcie, wzmocnienie wyniesie 1 V/V (wolt/wolt jest jednostką wzmocnienia). Przypadek ten jest pokazany na rys. 6b. Jest to tzw. wtórnik

– układ powtarzający napięcie wejściowe na wyjściu. Jego istotną właściwością jest bardzo duża rezystancja wejściowa i bardzo mała wyjściowa.

Na bazie wzmacniaczy operacyjnych można w prosty sposób realizować układy sumowania i odejmowania sygnałów. Takie układy pokazane są na rys. 7.



Rys. 7 Układy sumujący i odejmujący

Układ sumujący działa jako wzmacniacz odwracający, na którego wejścia podawane są dwa sygnały U_1 i U_2 (7a). Sygnał wyjściowy będzie określony następującym wyrażeniem:

$$U_{wy} = -(U_1 R_3 / R_1 + U_2 R_3 / R_2)$$

Napięcie wyjściowe będzie odwrócone względem sumy napięć wejściowych pomnożonych przez tzw. współczynniki wagowe określone wielkościami rezystorów w układzie sprzężenia zwrotnego.

Układ pokazany na rys. 7b to jakby złożenie wzmacniaczy odwracającego i nieodwracającego. Sygnał wyjściowy będzie więc proporcjonalny do różnicy sygnałów wejściowych i określony będzie dość skomplikowaną zależnością.

$$U_{wy} = [(R_1 + R_3) / R_1] [(R_4 / (R_2 + R_4))] U_2 - U_1 R_3 / R_1$$

Jeśli wszystkie rezystory będą jednakowe, wówczas:

$$U_{wy} = U_2 - U_1$$

Otrzymaliśmy więc układ odejmujący sygnały wejściowe.

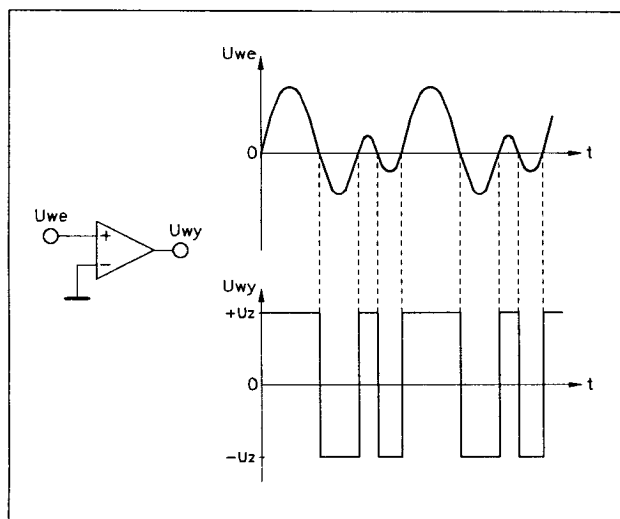
Pamiętać należy, że ujemne sprzężenie zwrotne nie jest gwarantem pracy liniowej. Napięcie wejściowe nie powinno przekroczyć wartości obliczonej w/g podanej wcześniej zależności. Zawsze należy sprawdzać czy przy założonym wzmocnieniu spodziewane napięcie wejściowe nie przekroczy wartości dopuszczalnej ze względu na liniowość.

Ogólnie można stwierdzić, że ujemne sprzężenie zwrotne poprawia liniowość układu. Przeciwnie działanie ma tzw. dodatnie sprzężenie zwrotne, powoduje ono potęgowanie się nieliniowości i prowadzi do nieliniowej pracy układu. Znalazło ono zastosowanie w kolejnej grupie układów – układach nieliniowych.

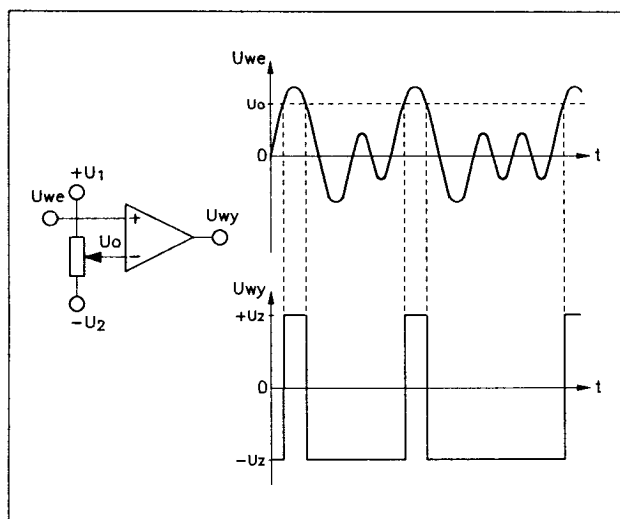
Układy nieliniowe wykorzystujące wzmacniacze operacyjne

Pierwsze, narzucające się samo zastosowanie nieliniowe wzmacniacza operacyjnego to wzmacniacz bez sprzężenia zwrotnego (z otwartą pętlą sprzężenia). Niewielkie zmiany napięcia wejściowego wprowadzają wzmacniacz w stan nasycenia. Wzmacniacz taki pracuje jako tzw. komparator tzn. układ porównujący stan napięcia na wejściu z tzw. napięciem odniesienia podawanym na drugie wejście. Na wyjściu mamy tylko dwa stany informujące o tym, które z napięć jest większe.

Pierwszy przykład komparatora to tzw. detektor znaku pokazany na rys. 8.



Rys. 8 Komparator jako detektor znaku



Rys. 9 Komparator jako dyskryminator napięcia

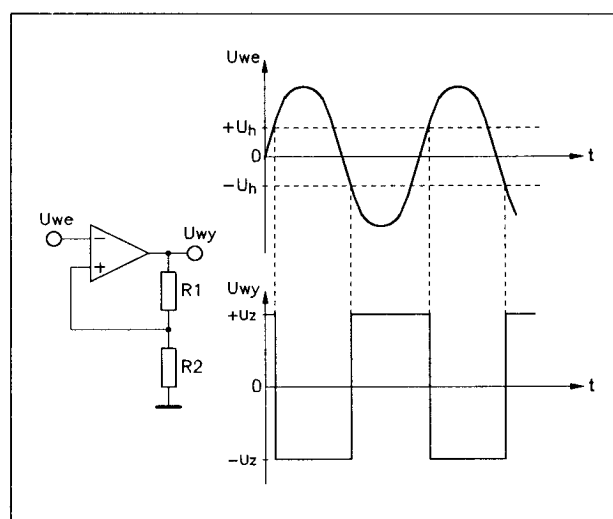
Wejście odwracające komparatora jest podłączone do masy. W efekcie układ reaguje już na niewielkie odchyłki napięcia wejściowego od 0 jako pełne zmiany napięcia wyjściowego. Dodatniemu napięciu wejściowemu odpowiada wysokie napięcie wyjściowe, a ujemnemu niskie.

Napięcie odniesienia podawane na wejście odwracające może być regulowane np. za pomocą potencjome-

tru. Zakres regulacji nie może przekraczać zakresu określonego przez napięcia zasilające. W ten sposób uzyskujemy tzw. dyskryminator napięcia – układ reagujący na przekroczenie napięcia odniesienia.

Poziom wysoki wskazuje, że napięcie wejściowe jest większe od napięcia odniesienia. Poziom niski informuje oczywiście o sytuacji przeciwnej.

Czas wreszcie na obiecywane dodatnie sprzężenie zwrotne. Przypomina ono układ ujemnego sprzężenia zwrotnego lecz jest podawane z wyjścia do wejścia nieodwracającego. Sygnał sprzężenia zwrotnego dodaje się do sygnału wejściowego i powoduje wzrost sygnału wyjściowego. Objawia się to jako zwiększenie wzmocnienia. Układem wykorzystującym dodatnie sprzężenie zwrotne jest tzw. przerzutnik Schmitta pokazany na rys. 10.



Rys. 10 Przerzutnik Schmitta

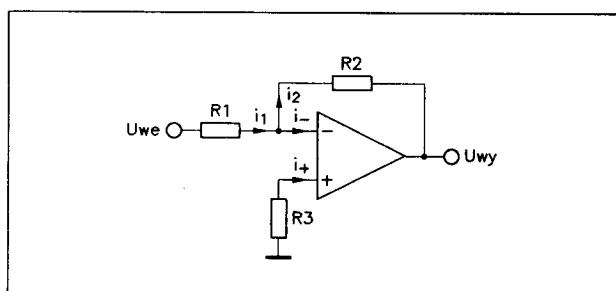
Układ ten także przyjmuje tylko dwa stany wyjściowe. W przeciwieństwie do komparatorów posiada tzw. histerezę polegającą na różnych poziomach napięć wejściowych, przy których zachodzi na wyjściu przejście z poziomu niskiego do wysokiego i odwrotnie. Układ posiada pewną bezwładność. Zmiana stanu wyjścia wymaga zwiększenia przyczyny wymuszającej. Zakres histerezy reguluje się doбором rezystorów R_1 i R_2 .

Przerzutniki Schmitta stosuje się do zmiany napięcia sinusoidalnego na prostokątne. Efekt histerezy powoduje, że nie jest on wrażliwy na niewielkie zmiany sygnału wejściowego np. zakłócenia.

Rzeczywiste wzmacniacze operacyjne

Przy zwarceniu zacisków wejściowych idealnego wzmacniacza operacyjnego na wyjściu uzyskamy napięcie równe 0. W rzeczywistym wzmacniaczu wskutek niedokładnej symetrii wystąpi napięcie wyjściowe różne od 0. Napięcie to odnosi się zwykle do wejścia wzmacniacza jako tzw. offset. Niektóre wzmacniacze posiadają możliwość regulacji symetrii, a więc kompensacji offsetu. Wielkość offsetu jest dość przypadkowa i dodatkowo zależy od temperatury. Jego wielkość nie gra roli przy dużych sygnałach wyjściowych, jest natomiast istotna przy małych sygnałach.

We wzmacniaczach rzeczywistych płyną prądy polaryzacji wejść. Ich wpływ także zaznacza się przy małych sygnałach. Prądy te wywołują spadki napięć na rezystorach dołączonych do wejść, co w efekcie objawia się zmianą napięcia wyjściowego. Pewne uniezależnienie się od prądów wejściowych można uzyskać po włączeniu w obwód wejścia nieodwracającego rezystora R_3 o wartości wynikającej z równoległego połączenia rezystorów R_1 i R_2 .



Rys. 11 Układ zmniejszający wpływ prądów wejściowych

$$R_3 = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

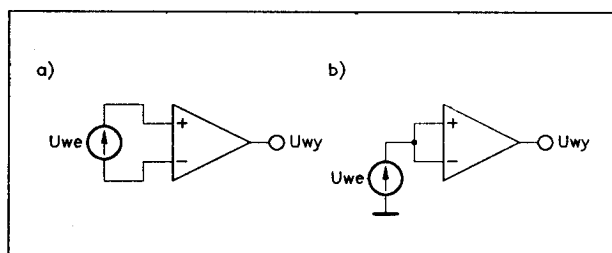
Maksymalne napięcie wyjściowe zwane napięciem nasycenia jest zazwyczaj mniejsze o 1–2 V od napięcia zasilania. Wartość ta jest podawana przez producenta w danych katalogowych wzmacniacza. Rzeczywiste wzmacniacze operacyjne posiadają rezystancję wyjściową różną od 0. Zwykle wynosi ona od kilku do 100 Ω . Sprężenie zwrotne zmniejsza jednak praktyczną wartość rezystancji wyjściowej do ułamków Ω .

Część wzmacniaczy posiada wewnątrz układ ograniczający maksymalny prąd wyjściowy. Ograniczenie prądu wyjściowego zmniejsza możliwość uszkodzenia wzmacniacza przy zbyt małej rezystancji obciążenia. Na tę właściwość trzeba zwrócić uwagę przy wyborze wzmacniacza, jak i przy określaniu warunków jego pracy.

Istotnym parametrem wzmacniacza operacyjnego jest szybkość zmian napięcia wyjściowego, zwana *szyb-*

kością narastania. Wyrażana jest w woltach na jednostkę czasu np. μs . Przykładowo wzmacniacz o szybkości narastania $2,5 \text{ V}/\mu\text{s}$ może zmienić stan z -15 V na $+15 \text{ V}$ najszybciej w ciągu $12 \mu\text{s}$. Szybkość narastania ogranicza więc najwyższe częstotliwości wzmacnianie przy dużych wysterowaniach – dużych sygnałach wyjściowych.

Rozpatrywaliśmy dotychczas reakcję wzmacniacza na sygnał różnicowy zakładając brak podatności napięcia wyjściowego na jednakowe napięcie obu wejść tzw. *sygnał wspólny*. Praktycznie występuje taka zależność i jest ona określona przez tzw. *współczynnik tłumienia sygnału wspólnego*. Przykłady sygnałów różnicowego i wspólnego pokazano na rys. 12.



Rys. 12 Sygnał różnicowy (a) i wspólny (b)

Współczynnik ten jest określany jako stosunek wzmocnienia sygnału różnicowego do wzmocnienia sygnału wspólnego i wyrażany w decybelach [dB]. Przykładem często spotykanego sygnału wspólnego jest przydzwitek sieci (50 lub 100 Hz).

Rezystancja wejściowa rzeczywistych wzmacniaczy jest zwykle mniejsza od zakładanej dla ideału. Dla wzmacniaczy z wejściowymi tranzystorami bipolarnymi jest rzędu 1 $\text{M}\Omega$, a z wejściowymi tranzystorami polowymi rzędu 100 $\text{M}\Omega$. Wpływ na rezystancję wejściową realnych układów ma także sprzężenie zwrotne. Przy bardzo dużych rezystancjach wejściowych wzmacniacza zaczyna mieć znaczenie także rezystancja powierzchni płytki drukowanej.

Ciąg dalszy w następnym numerze.

Sygnalizator zaniku linii telefonicznej

Na łamach naszego miesięcznika, prezentowana była automatyczna blokada telefoniczna. Jej zaletą było blokowanie linii telefonicznej przed intruzami włączającymi się równoległe do linii. W przypadku gdy linia została odłączona, blokada nie działa. Przedstawione w tym artykule przykłady podłączenia sygnalizatora zaniku linii, dodatkowo zabezpieczą nas przed piratami telefonicznymi.

Nowoczesne rozwiązania technologiczne w dziedzinie elektroniki, prężnie wkraczają na nasz rynek telekomunikacyjny. Cyfrowe telefony komórkowe, łączność sa-

telitarna, miejskie łącza światłowodowe to codzienność w naszym życiu. Niebawem zawita do naszych domów telefon z możliwością obserwowania na ekranie monitora naszego rozmówcy. A jeszcze niedawno słyszeliśmy w słuchawce trzaski wybieraków i głos: rozmowa kontrolowana...

Już dziś wiemy że cyfrowe telefony komórkowe można namierzyć i podsłuchiwać. Można także podkraść impulsy z czyjegoś rachunku. Firmy produkujące telefony i systemy central, prześcigają się w nowych rozwiązaniach zabezpieczających łącze abonenta.

Aparaty telefoniczne nowej generacji, mogą posiadać wbudowane kodery sygnału identyfikacyjnego. Znajdujący się w centrali dekodery, po stwierdzeniu prawidłowego kodu, włączy sygnał abonentowi. Niestety taki sygnał kodu identyfikacyjnego jest możliwy do rozpoznania, a wykorzystanie takiego łącza przez zorganizowanych piratów to tylko kwestia czasu.

Większość z nas posiada tradycyjny telefon. Podłączony jest on zwykłą parą "drutów". Te druty można łatwo odłączyć i w sposób piracki korzystać z czyjegoś łącza. Sygnalizator zaniku linii telefonicznej, poinformuje nas o jej odłączeniu.

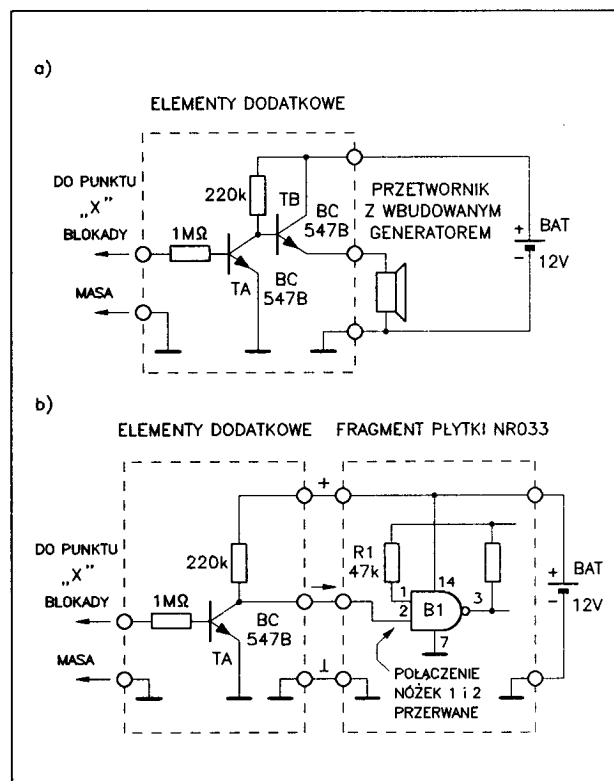
Opis sposobu podłączenia

Na rysunku 1 przedstawione zostały dwa rodzaje sygnalizatorów akustycznych. Schematy te pokazują dodatkowe elementy elektroniczne, współpracujące z automatyczną blokadą telefoniczną (nr 9/95, 4/96 PE). W pierwszym z nich (rys. 1a) wykorzystano przetwornik piezoelektryczny z wbudowanym fabrycznie układem generatora, który zaczyna "pisać" po podłączeniu zasilania. Zanik napięcia na wejściu "X" układu powoduje zatkanie tranzystora TA iysterowanie tranzystora TB włączającego przetwornik. Układ ten zasilany jest miniaturową baterijką alkaliczną o napięciu +12 V stosowaną w pilotach alarmów samochodowych.

W drugim sygnalizatorze (rys. 1b) zastosowano układ sygnalizatora akustycznego o większej głośności, z modulacją dźwięku. Dzięki temu łatwiej jest usłyszeć sygnał. Wykorzystany tu został gotowy, opracowany przez PE sygnalizator akustyczny opublikowany w PE 1/93, płytka numer 033. Jego schemat ideowy przedstawiono na rysunku 2. Układ wymaga niewielkiej modyfikacji. Wejścia bramki B1 układu CD 4011 powinny być rozłączone, tak jak pokazano to na rys. 1b. Do nóżki 2 podłączamy sygnał z kolektora tranzystora TA, a nóżka 1 pozostaje podłączona do rezystora R1, tak jak w oryginale. Elementy dodatkowe (rezystory 1 MΩ/0,125 W i 220 kΩ/0,125 W, oraz tranzystor TA) można przylutować od strony druku płytki 033.

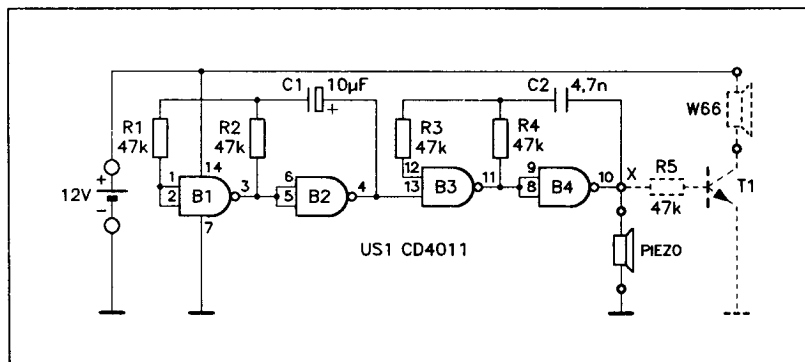
W czasie kiedy do wejścia "X" układu jest doprowadzone napięcie dodatnie tranzystor TA będzie włączony, zwiernając wejście bramki B1 do masy. Spowoduje to zablokowanie generatora. Natomiast jeżeli na wejściu "X" układu zaniknie napięcie, to na kolektorze TA pojawi

się napięcie zasilania z baterii, które podane na wejście 2 bramki B1, uruchomi sygnalizator akustyczny. Jako głośniczek zastosowany został zwykły przetwornik piezoelektryczny. Ponadto na płytce sygnalizatora, montujemy zworę Z, nie montujemy głośniczka typu W66 oraz elementów R5 i T1. Także ten układ zasilany jest miniaturową baterijką +12 V.



Rys. 1 Sygnalizatory akustyczne przerwania linii telefonicznej

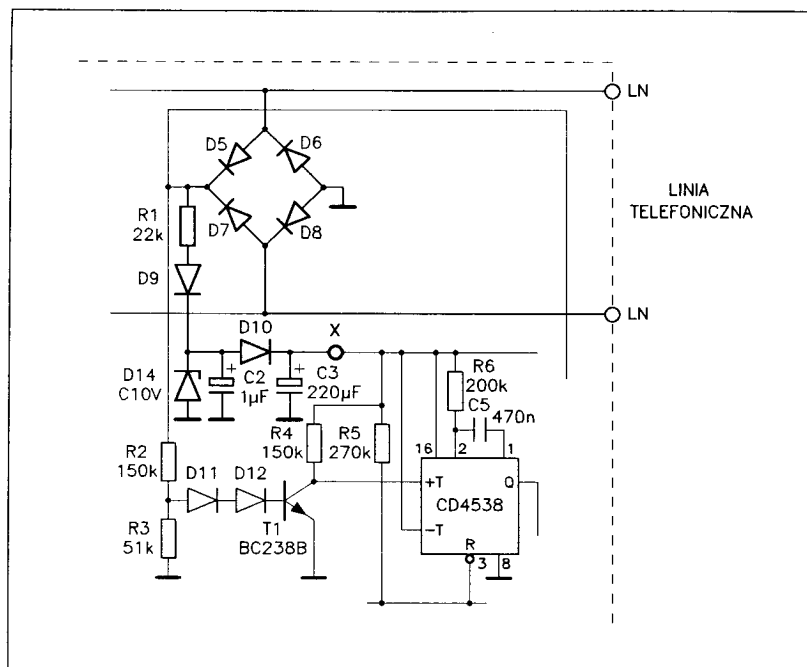
Dowolny z układów przedstawionych na rysunku 1 podłącza się do blokady telefonicznej (rys. 3). W punkcie "X" na schemacie blokady, występuje napięcie +9,3 V, w czasie kiedy linia telefoniczna połączona jest z centralą, z której podawane jest napięcie ok. 60 V. W przypadku przerwania linii spowodowane uszkodzeniem, lub celową działalnością pirata, napięcie to zanika. Sygnał z punktu "X" w blokadzie telefonicznej łączy się z wejściem "X" jednego z sygnalizatorów. Należy także pamiętać o połączeniu ze sobą mas obu urządzeń.



Rys. 2 Schemat ideowy sygnalizatora akustycznego, płytka 033

Jeżeli nie dysponujemy kompletną blokadą telefoniczną, możemy zamontować tylko elementy oznaczone na schemacie (rys. 3) wytłuszczonymi liniami. Montaż tych elementów oraz elementów dodatkowych, czyli tranzystorów i rezystorów sterujących włączaniem przetwornika, lub sygnalizatora akustycznego możemy wykonać na płytce uniwersalnej.

Dodatkowym elementem zamontowanym w obudowie sygnalizatora i blokady powinien być wyłącznik głośniczka.



Rys. 3 Fragment schematu ideowego blokady telefonicznej

Przyczyną przerwania może okazać się awaria linii telefonicznej. Sygnalizator w takim przypadku będzie dokuczliwy, gdyż sygnał będzie emitowany przez cały czas kiedy linia jest odłączona od centrali.

Zadziałanie sygnalizatora wywoła u Was pewną reakcję. Wybiegając z mieszkania w celu złapania "pirata", musimy upewnić się czy nie jest to pracownik telekomunikacji. Z naszego redakcyjnego doświadczenia wynika, że telemonter potrafi wykrecać numery prywatnych abonentów. Udowodnienie tego jest bardzo trudne. Ale odpowiednia reprimenda przy ulicznej szafce telekomunikacyjnej, może go zniechęcić do korzystania z naszego łącza.

Urządzenie jest na tyle proste, że warto pokusić się o jego wykonanie. Zwrot poniesionych nakładów możemy uzyskać bardzo szybko.

◇ Irenausz Konieczny

Rejestrator sygnałów cyfrowych

Wiele osób zajmujących się projektowaniem układów cyfrowych spotyka się zapewne z problemem: nie posiadają oscyloskopu, a próbnik logiczny często nie wystarcza do zbadania pracy szybko działającego układu. Oscyloskop jest przyrządem dość drogim, niedostępnym dla osób nie zajmujących się zawodowo elektroniką. Rozwiązaniem tego problemu jest prezentowane urządzenie. Umożliwia ono zapamiętywanie przebiegów cyfrowych i przeglądanie ich na ekranie komputera.

Rejestrator nie posiada własnego układu wyświetlającego. W tym celu jest używany komputer – dowolny posiadający złącze Centronics (np. PC, Amiga). Użycie komputera ma dwie zalety:

- zapewnia wygodne przeglądanie wyników pomiaru i sterowanie pracą urządzenia;
- nie trzeba stosować drogiego wyświetlacza, układów sterujących wyświetlaczem, nie ma też żadnych przełączników do sterowania pracą układu.

Wadą jest to, że rejestrator mogą wykorzystać jedynie użytkownicy komputerów.

Rejestrator cyfrowy jest przyrządem mogącym zastąpić oscyloskop przy uruchamianiu układów cyfrowych, analizowaniu zależności czasowych między wieloma sygnałami jednocześnie. Nie potrafi wyświetlać przebiegów analogowych, lecz w porównaniu z przeciętnym oscyloskopem ma kilka zalet:

- umożliwia obserwację wielu przebiegów jednocześnie;
- można zarejestrować sygnały pojawiające się jednokrotnie, taką możliwość dają jedynie oscyloskopy z pamięcią;

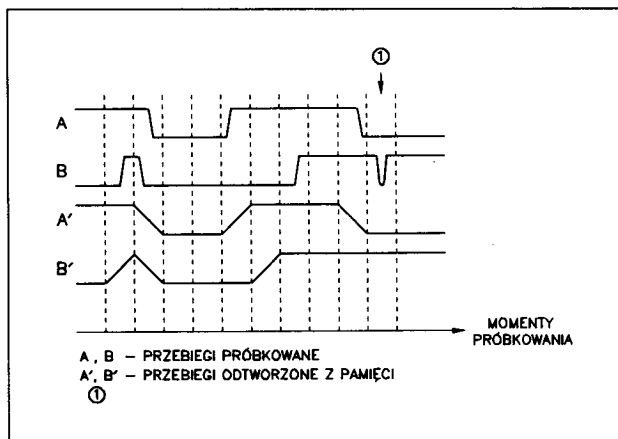
- ilość prezentowanych informacji (czyli czas trwania zapisanych sygnałów w stosunku do rozdzielczości) jest większa niż na oscyloskopie;
- rejestrator można zbudować samodzielnie, z oscyloskopem byłoby to o wiele trudniejsze;
- cena rejestratora jest o wiele niższa niż prostego oscyloskopu o paśmie 10 MHz.

Możliwości układu

- Częstotliwość próbkowania: od 10 kHz do 4 MHz.
- Ośmiem wejść dla zapisywanych sygnałów w standardzie TTL.
- Pojemność pamięci: 4kB, około 4 tysiące próbek na wejście.
- Wyzwalanie pomiaru jednym z siedmiu wejść rejestrujących lub osobnym sygnałem.
- Wyzwalanie zboczem narastającym, opadającym, stanem zera logicznego lub natychmiastowe.
- Możliwość pracy z zewnętrznym sygnałem taktującym.
- Dołączenie do komputera przez port drukarki (Centronics); współpraca z dowolnym komputerem posiadającym odpowiednią ilość cyfrowych linii we/wy.

Rejestracja polega na zapisaniu do pamięci ciągu kolejnych próbek przebiegów wejściowych. Zapis odbywa się co okres T będący odwrotnością częstotliwości próbkowania ($T = 1/f$). Efekt zapisu przykładowych przebiegów jest przedstawiony na rysunku 1. Próbkowanie zawsze odbywa się z określoną częstotliwością. Ona to właśnie określa jak dokładnie zostaną zarejestrowane zmiany sygnałów. Jak widać na rysunku 1 przebiegi uzyskane na podstawie zapisu w pa-

mięci różnią się nieco od rzeczywistych – możemy określić jedynie wartości w momentach zapisywania. Jeśli w rejestrowanych sygnałach wystąpią impulsy krótsze niż okres próbkowania, nie zostaną one zapisane w pamięci. Jest to wada próbkowania sygnałów i nie można jej w żaden sposób usunąć. Dla przebiegów zmieniających się wolniej od okresu próbkowania możemy mieć pewność, że ich zmiany zostaną zarejestrowane. Konieczne jest jedynie aby czas między kolejnymi zmianami zapisywanych sygnałów był większy od okresu próbkowania.



Rys. 1 Przykłady próbkowania sygnałów

Rejestrator cyfrowy w przedstawionej wersji umożliwia próbkowanie z maksymalną częstotliwością 4 MHz, co daje okres równy $0,25 \mu\text{s}$. Twierdzenie Shanona o próbkowaniu mówi, że częstotliwość próbkowania musi być dwa razy większa od częstotliwości próbkowanego sygnału. Wynika z tego, że prezentowany rejestrator może zapisywać przebieg o maksymalnej częstotliwości 2 MHz ($T = 0,5 \mu\text{s}$, czas między zmianami: $0,25 \mu\text{s}$).

Nie jest to osiągnięcie mogące konkurować z profesjonalnymi urządzeniami oferowanymi w sprzedaży pod nazwą analizatora stanów logicznych. Profesjonalne przyrządy potrafią zapisywać z częstotliwością do 50...200 MHz z 16...128 kanałów wejściowych. Są one jednak nieporównywalnie droższe (użycie pamięci

o bardzo małym czasie dostępu, odpowiednio szybkich układów cyfrowych, renom firm). Przyrządu o takich parametrach nie można byłoby wykonać samodzielnie z typowych układów TTL, a koszt poddawałby w wątpliwość sens jego budowania.

Prezentowany rejestrator może być z powodzeniem stosowany do badania:

- układów cyfrowych działających z częstotliwością takującą mniejszą od 4 MHz;
- układów mikroprocesorowych, np. opartych o mikrokontroler z rodziny 8051 (stany portów we/wy zmieniają się nie szybciej niż co $1 \mu\text{s}$).

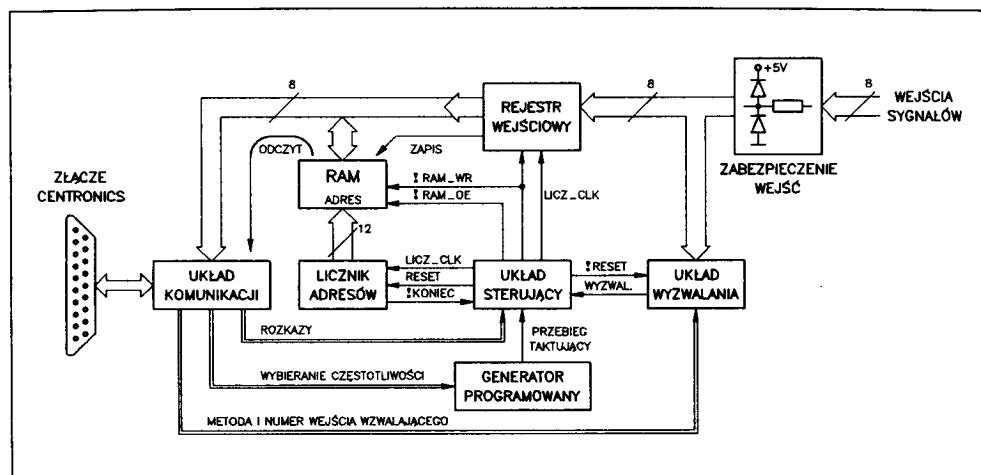
Budowa rejestratora

Układ składa się z kilku współpracujących ze sobą bloków. Przepływ danych odbywa się:

- przy zapisie między wejściem, rejestrem wejściowym i pamięcią;
- przy odczycie między pamięcią, multiplexerem i złączem Centronics. Pozostałe bloki służą do sterowania przepływem informacji.

Schemat blokowy jest przedstawiony na rysunku 2. Przedstawione na nim są wszystkie bloki (oprócz zasilacza) oraz sygnały, za pośrednictwem których odbywa się współpraca między nimi. Zapisywane są przebiegi z ośmiu wejść. Dane są przesyłane przez rejestr wejściowy do pamięci RAM. Adres na liniach adresowych pamięci jest wytwarzany przez 12-bitowy licznik binarny. Dzięki temu próbki są zapisywane w kolejnych komórkach pamięci. Zapis jest inicjowany przez układ wyzwalania. Śledzi on jedno, wybrane wejście i wysyła sygnał WYZW, gdy wystąpi na tym wejściu odpowiednie zdarzenie. Może to być zmiana z 1 na 0, zmiana z 0 na 1 oraz wystąpienie stanu 0 lub 1. Dzięki temu możliwe jest rozpoczęcie rejestracji po opadającym lub narastającym zboczu.

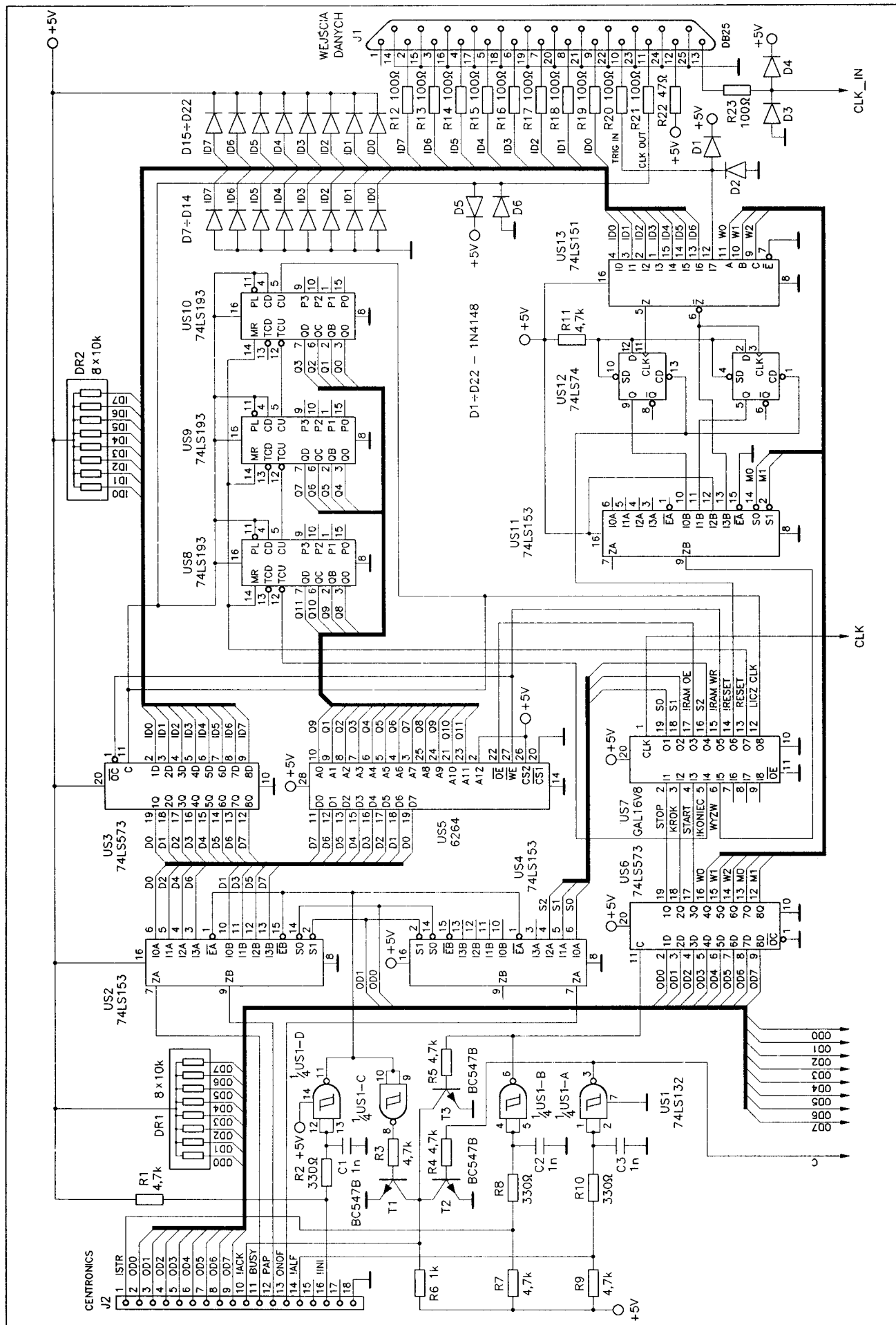
Zapis odbywa się w dwóch krokach. W pierwszym dane z wejścia są zapisywane do rejestru wejściowego i jest obliczany następny adres. W drugim kroku dane są zapisywane do pamięci. Cykle zapisu powtarzają się tak długo, aż nastąpi przepełnienie licznika.

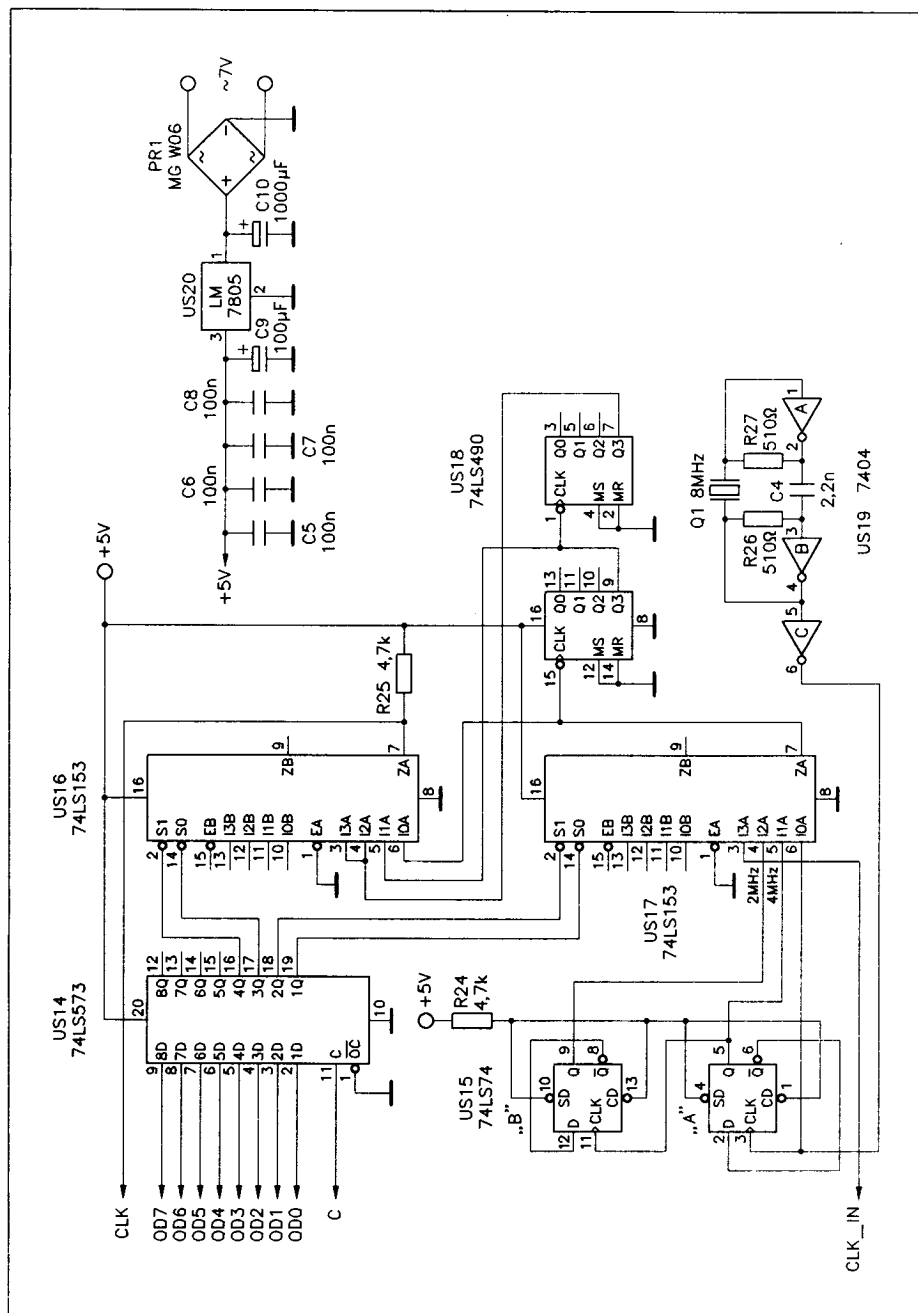


Rys. 2 Schemat blokowy rejestratora

Powoduje to wysłanie sygnału KONIEC do układu sterującego i zakończenie zapisu. Zastosowanie rejestru wejściowego jest konieczne, aby dane na wejściach pamięci były stabilne przez cały cykl zapisu do pamięci RAM.

Odczyt informacji odbywa się poprzez multiplexer 2 z 8. Próbkę są wyprowadzane na linie danych pamięci a komputer odczytuje kolejne pary bitów z wyjść multi-





Rys. 3 Schemat ideowy rejestratora

pleksa przez dwie linie portu Centronics.

Układ sterowania jest najważniejszym blokiem rejestratora. Przeprowadza on odczyt i zapis, reaguje na rozkazy z komputera oraz sygnały z licznika i układu wyzwalania. Wszystkie potrzebne sygnały sterujące są wytwarzane przez układ sterowania. Są to sygnały:

- zwiększania i kasowania licznika;
- zapisu i otwierania wyjść rejestru wejściowego;
- zapisu i odczytu z pamięci.

Układ sterowania jest taktowany sygnałem zegarowym z generatora.

Drugim ważnym blokiem jest układ komunikacji, współpracujący ze złączem Centronics. Pośredniczy on w komunikacji komputera z urządzeniem. Układ komunikacji posiada rejestry przechowujące ustawienia rejestratora:

- częstotliwość pracy generatora;
- numer wejścia wyzwalającego;
- sposób wyzwalania;
- rozkazy dla układu sterowania.

Sygnały te z rejestrów biegną do odpowiednich bloków układu. Układ komunikacji zabezpiecza rejestrator przed zakłóceniami mogącymi wystąpić w kablu łączącym z komputerem. Eliminacja zakłóceń odbywa się poprzez użycie filtrów dolnoprzepustowych RC i bramek Schmitta.

Opis poszczególnych bloków

Schemat ideowy całego układu znajduje się na rysunku 3.

1) Licznik adresów – układy US8, US9, US10

Ten blok jest 12-bitowym licznikiem binarnym złożonym z trzech układów 74LS193. Są to czterobitowe liczniki synchroniczne połączone szeregowo. Wejście CU służy do zliczania w górę a poprzez wyjścia TCU odbywa się przekazywanie zliczanych impulsów do następnych układów. Zwiększanie wartości licznika wywołują impulsy z układu sterującego – sygnał LICZ_LK. Aktualny adres jest przekazywany do pamięci za pomocą linii Q0...Q11. Wejścia MR liczników są połączone z układem sterowania i służą do kasowania ich zawartości.

Wyjście TCU ostatniego licznika (US8) informuje układ sterowania stanem 0, o tym że w liczniku jest ostatni adres (wartość FFFh szesnastkowo). Licznik adresu daje odpowiedź na sygnał LICZ_CLK, czyli generuje nowy adres i ewentualnie sygnał KONIEC po czasie mniejszym niż 120 ns. Czas ten wraz z czasem dostępu do pamięci ogranicza szybkość pracy całego układu.

2) Rejestr wejściowy i układy zabezpieczające wejścia

Rejestr wejściowy jest układem US3 typu 74LS573. Układ ten zapisuje informację z wejść w czasie trwania stanu 1 na wejściu C. Wejściem tym steruje sygnał LICZ_CLK z układu sterowania.

W ten sposób zapis do rejestru odbywa się jednocześnie z wyznaczaniem nowego adresu. Informacja jest wyprowadzana na wyjścia rejestru, gdy wejście OC jest w stanie 0. Otwarcie bufora wyjściowego rejestru jest równoczesne z pojawieniem się sygnału zapisu do pamięci (RAM_WR).

Do każdej z linii wejściowych dołączony jest układ zabezpieczający. Składa się on z dwóch diod dołączonych do masy i zasilania (tak aby w normalnych warunkach nie przewodziły) oraz rezystora 100 Ω , włączonego w szereg z wejściem. Dzięki temu jeśli na wejście zostanie podane napięcie ujemne lub większe od 5 V zostanie ono zwarte do masy lub zasilania przez diodę i rezystor. Ma to zapobiec przypadkowemu uszkodzeniu układu. Należy jednak pamiętać, że zabezpieczenie może nie być skuteczne przy napięciu mniejszym od -15 V lub większym od +15 V.

3) Pamięć RAM – układ US5

Pamięć RAM jest układem pamięci statycznej o pojemności 8 kB (np. układ 6264). Wykorzystana jest jedynie połowa jej pojemności. Ograniczenie to wiąże się z adresowaniem pamięci. Aby wykorzystać 8 kB licznik adresów musiałby mieć 13 bitów. Wymagałoby to użycia dodatkowego przerzutnika i zmniejszyłoby szybkość pracy całego układu.

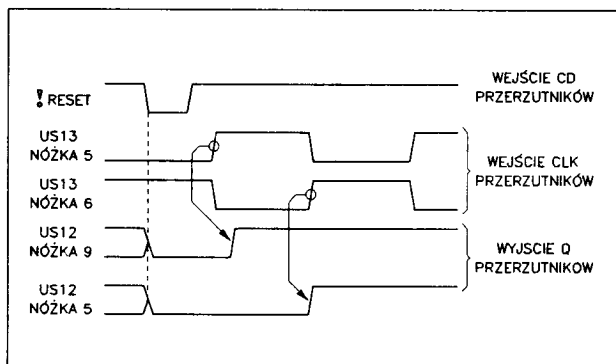
Pracą pamięci RAM sterują dwa sygnały:

- zapisu RAM_WR (końcówka WR);
- odczytu RAM_OE (wyprowadzenie OE).

4) Układ wyzwalający – układy US11, US12, US13

Układ US13 jest multiplexerem 1 z 8 typu 74LS151 wybierającym wejście wyzwalające. Możliwe jest wyzwalanie wejściami ID0...ID6 lub osobnym, służącym wyłącznie do tego wejściem.

Układ US12 (74LS74) służy do wykrywania zboczy. Przerzutniki są wcześniej kasowane sygnałem RESET na wejściu CD. W momencie oczekiwania na sygnał wyzwalający pojawienie się narastającego zbocza na wejściu wyzwalającym powoduje ustawienie jedynki na jednym z przerzutników, a pojawienie się opadającego – na drugim. Zasada działania tego układu jest przedstawiona na rysunku 4.



Rys. 4 Wykrywanie zboczy w układzie wyzwalania

Układ US11 (74LS153) będący multiplexerem 1 z 4 wybiera jedno z wyjść przerzutników (przy wyzwalaniu zboczem), wyjście negujące układu US13 (przy wyzwalaniu stanem 0) lub jedynkę logiczną (przy wyzwalaniu natychmiastowym). Przy wyzwalaniu natychmiastowym na wyjściu US11 cały czas jest 1. Układ wyzwalający informuje układ sterowania jedynką logiczną na linii WYZW, że można rozpocząć rejestrację.

Numer wejścia wyzwalającego jest wybierany przez sygnały W0...W2, a metoda wyzwalania za pomocą linii M0, M1.

5) Generator przebiegu zegarowego – układ US19, US15

Generator umożliwia wytworzenie przebiegu o jednej z dziewięciu częstotliwości:

- 20 kHz, 40 kHz, 80 kHz,
- 200 kHz, 400 kHz, 800 kHz,
- 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz,

Można też dołączyć sygnał za źródła zewnętrznego. Przebieg ten jest podawany do układu sterującego US7 (synchronizuje jego pracę). Zmieniając częstotliwość wychodzącą z generatora zmieniamy szybkość pracy układu sterowania. Dzięki temu możliwa jest rejestracja z różnymi częstotliwościami próbkowania.

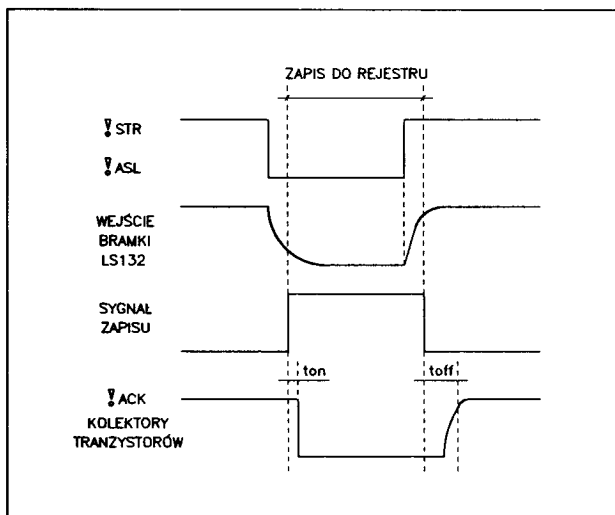
Podstawowa częstotliwość jest tworzona przez generator zbudowany z bramek NOT typu 7404 (układ US19). Wszystkie inne wartości są wytwarzane przez odpowiedni podział częstotliwości podstawowej. Częstotliwość 8 MHz jest dwukrotnie dzielona przez dwa. Służą do tego przerzutniki układu US15 typu 74LS74. W ten sposób otrzymywane są przebiegi o trzech częstotliwościach: 8 MHz, 4 MHz, 2 MHz. Są one dołączone, wraz z sygnałem z wejścia zewnętrznej częstotliwości taktującej, do multiplexera (US17), który wybiera jedną z nich i dołącza do dzielnika przez 10 i przez 100. Dzielnik ten jest to układ typu 74LS490 zawierający dwa liczniki dekadowe (zliczające do 10). Tu znowu uzyskujemy trzy częstotliwości, np. 8 MHz, 800 kHz, 80 kHz. Jedna z nich jest wybierana przez kolejny multiplexer (US16). Z jego wyjścia przebieg jest skierowany bezpośrednio do układu sterującego.

Wybieranie częstotliwości realizują multiplexery typu 74LS153, sterowane z rejestru US14 (74LS573). Cztery najmłodsze bity tego rejestru określają, która częstotliwość jest wybrana.

6) Układy do komunikacji z komputerem – układy US6, US14

Współpraca z komputerem odbywa się poprzez linię portu drukarki. Port ten nie jest wykorzystywany w sposób standardowy – jest traktowany jako zestaw cyfrowych linii wejścia/wyjścia. Blok komunikacji zawiera dwa rejestry 8-bitowe (US6, US14), w których zapisywane są ustawienia rejestratora. Jeden z nich przechowuje parametry dla układów wyzwalającego i sterującego, a drugi dla programowanego generatora. Zapis danych do tych rejestrów odbywa się przez linie danych złącza Centronics. Dane są wyprowadzane z komputera

na linii OD0...OD7, a na wyjściach sterujących musi pojawić się na krótki czas zero logiczne. Dla układu wyjściem sterującym jest linia !STR (wyprowadzenie nr 1 złącza), a dla układu US14 jest nim sygnał !ALF (wyprowadzenie nr 14). Sygnały z linii STR i ALF przechodzą przez filtr dolnoprzepustowy RC, którego zadaniem jest eliminacja zakłóceń pojawiających się w przewodzie. Dalej poprzez bramki z wejściem Schmitta sygnały biegną do wejść zapisujących rejestrów 74LS573. Jedynka logiczna na tych wejściach powoduje zapisanie nowych wartości do rejestrów. Do sygnałów sterujących dołączone są także tranzystory T2 i T3. Pełnią one funkcję inwerterów z otwartym kolektorem – zwracają linie !ACK do masy, gdy przynajmniej jeden z sygnałów STR, ALF, INI jest aktywny. Dane na liniach OD0...OD7 nie mogą się zmieniać, dopóki aktywny jest sygnał zapisu do rejestru. Filtr RC wprowadza opóźnienie dla właściwych sygnałów sterujących. Układ z tranzystorami T1÷T3 informuje komputer o stanie tych sygnałów bezpośrednio na wyprowadzeniach rejestrów – pełni rolę potwierdzenia. Działanie tego układu prezentuje rysunek 5.



Rys. 5 Przebiegi w układzie komunikacji

Oprócz wysyłania danych do rejestratora komputer pobiera informacje. W złączu Centronics nie ma wystarczająco dużo linii wejściowych, więc odczyt odbywa się poprzez linie sterujące. Wykorzystane są trzy z nich: BUSY i PAP do przesyłania danych z pamięci, ONOF do testowania stanu układu sterującego. Multiplexer 74LS153 (układ US2) wybiera dwie z ośmiu linii danych, do których dołączona jest pamięć. Zostają one połączone z liniami BUSY i PAP portu drukarki. O tym, która para bitów jest odczytywana decyduje stan sygnałów OD0 i OD1. Gdy na liniach danych portu znajduje się wartość 0 na liniach BUSY i PAP wyprowadzone są bity D0 i D1 z szyny danych pamięci. Gdy jest to wartość 1 odczytywane są bity D2 i D3 (itd. dla pozostałych bitów). W podobny sposób można wyprowadzić na linię ONOF bity informujące o stanie układu sterującego (S0, S1, S2).

Dane są wyprowadzane na linie sterujące tylko wtedy, gdy są potrzebne. W tym celu został wykorzystany sygnał INI z portu drukarki. Zero na tej linii blokuje oba multiplexery US2 i US4, a jedynka zezwala na odczytywanie informacji. Filtr RC, bramka LS132 oraz tranzystor T1 pełnią taką samą funkcję jak dla STR i ALF.

7) Układ sterowania – układ US7

Ten blok jest zrealizowany za pomocą układu GAL16V8. Jest to układ cyfrowy, którego strukturę można zaprogramować (układ PLD). Układ GAL został wykorzystany, aby uprościć konstrukcję rejestratora. Gdyby układ cyfrowy zamknięty w strukturze GAL przenieść bez zmian na płytkę drukowaną i wykonać za pomocą układów TTL, konieczne byłoby użycie ok. 40 wielowojściowych bramek NAND oraz trzech przerzutników.

Układ sterowania posiada 5 wejść:

STOP – zatrzymuje pracę układu sterowania;

START – rozpoczyna zapis do pamięci;

KROK – wykorzystywane do sterowania odczytem z pamięci;

KONIEC – informuje układ o zapełnieniu pamięci;

WYZW – informujące o wystąpieniu sygnału wyzwalającego.

Wejścia START, STOP, KROK służą do przekazywania poleceń z komputera, a wejścia KONIEC i WYZW do współpracy z innymi blokami urządzenia.

Układ posiada również osiem wyjść:

RAM_OE – odczyt z pamięci;

RAM_WR – zapis do pamięci;

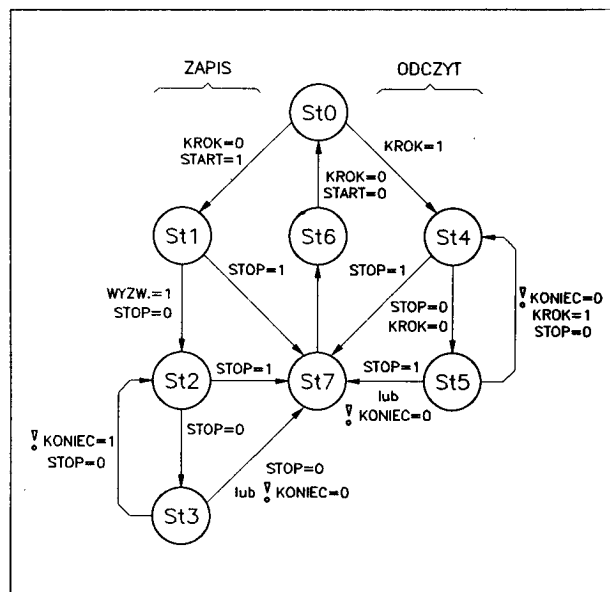
RESET – kasowanie liczników;

!RESET – kasowanie układu wyzwalania;

LICZ_CLK – zwiększanie wartości adresu;

S0, S1, S2 – wyjścia przerzutników określające stan, w którym znajduje się układ sterowania.

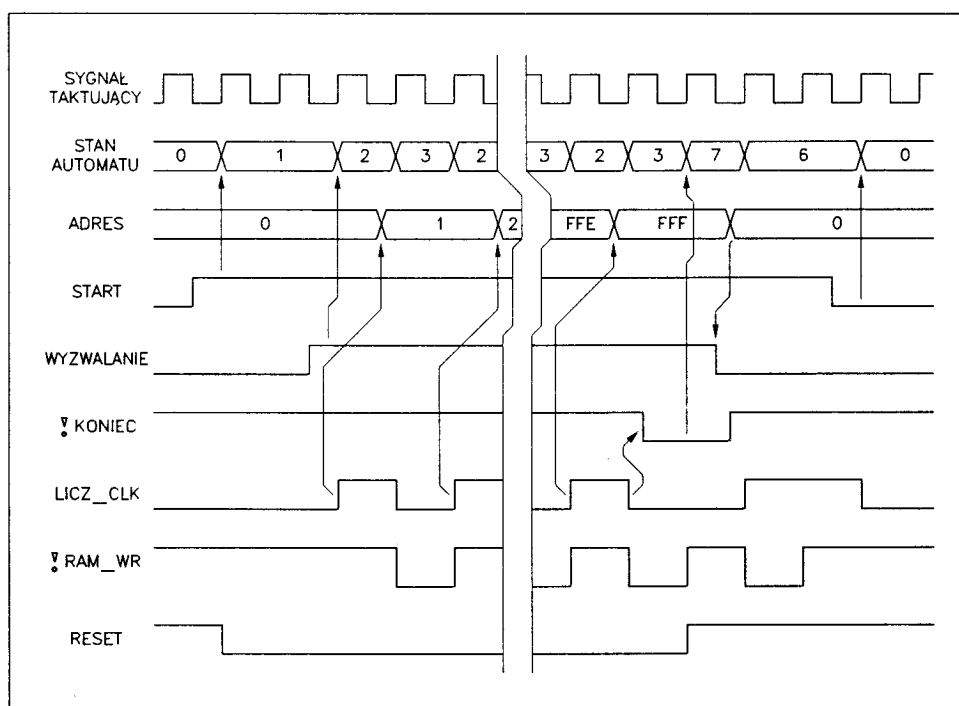
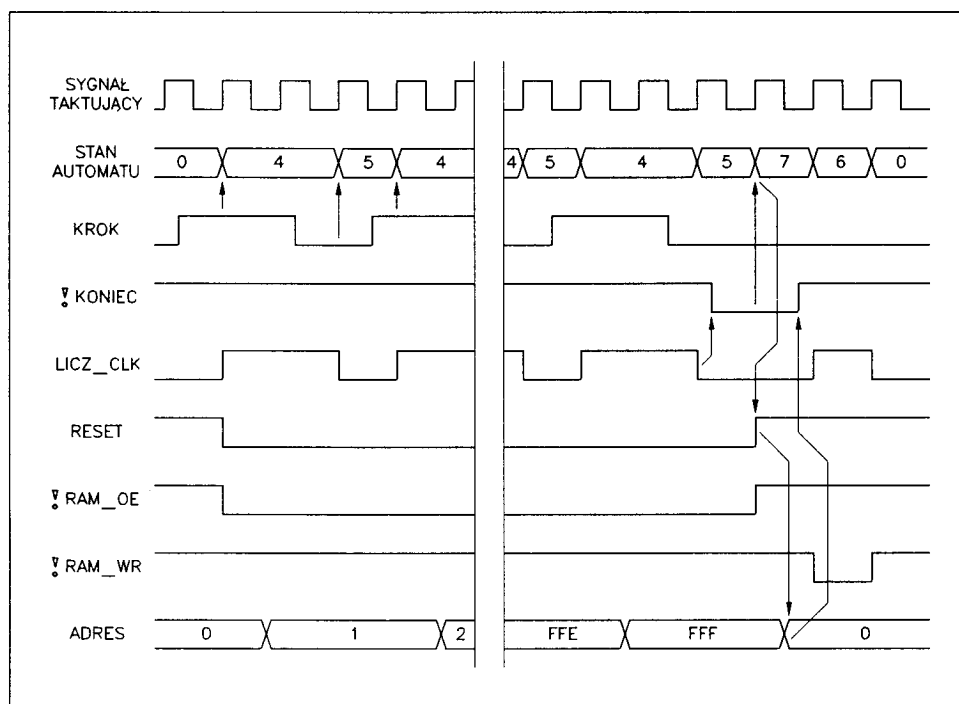
Opis działania układu sterującego



Rys. 6 Graf automatu sterującego

Tabela 1 Aktywność sygnałów w poszczególnych stanach automatu

Stan	Aktywne sygnały wyjściowe
St0	RESET, !RESET
St1	—
St2	LICZ_CLK
St3	!RAM_WR
St4	!RAM_OE, LICZ_CLK
St5	!RAM_OE
St6	RESET, !RESET, LICZ_CLK, !RAM_WR
St7	RESET, !RESET

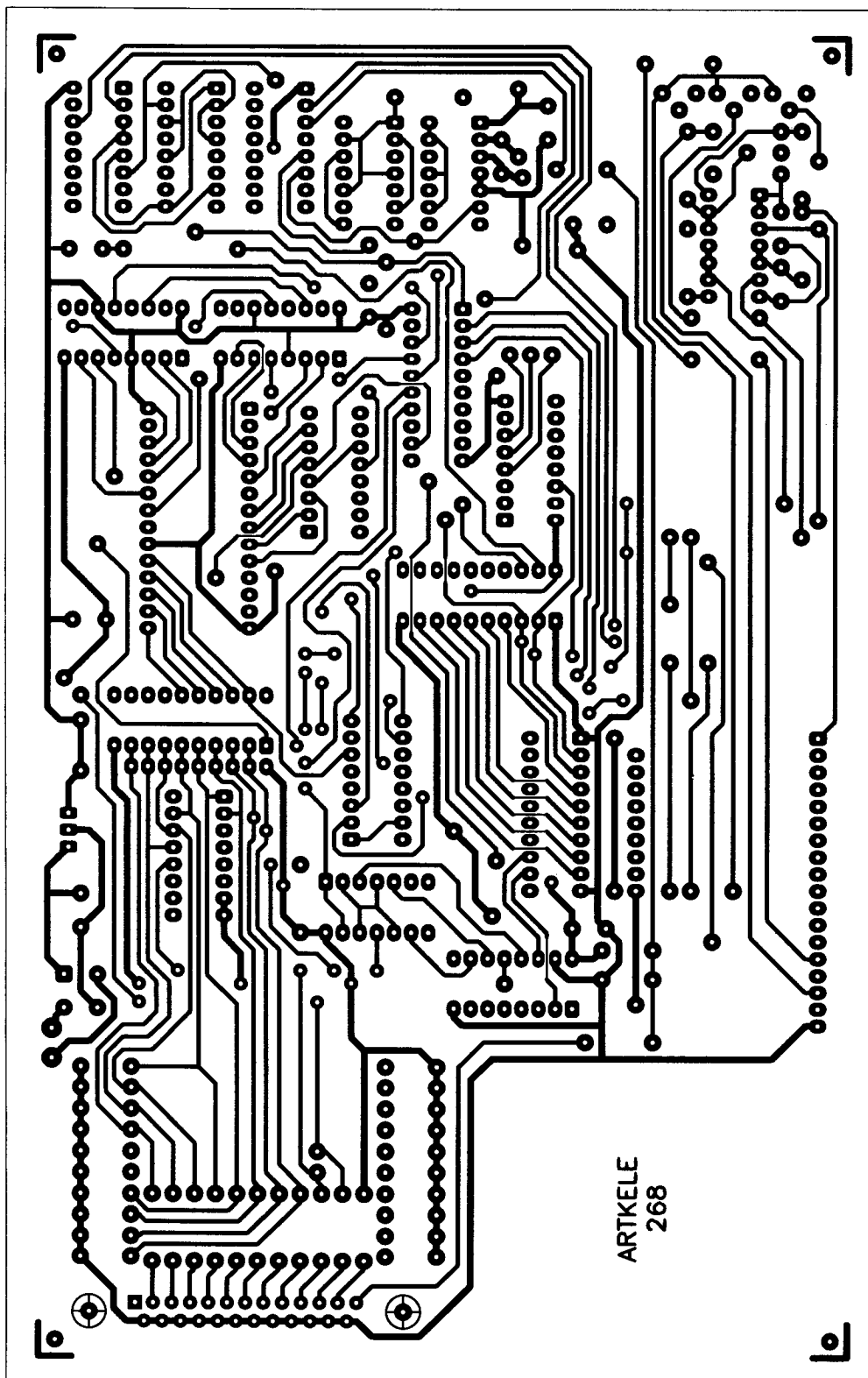
**Rys. 7** Przebiegi podczas zapisu (STOP=0, KROK=0, !RAM_OE=1)**Rys. 8** Przebiegi przy odczycie z pamięci (START=0, STOP=0)

Wewnątrz układu sterującego US7 znajduje się układ synchroniczny taktowany sygnałem z generatora o ustawianej częstotliwości. Działa on jako automat Moore'a, sterowany sygnałami wejściowymi (START, STOP, itd), wysyłając odpowiednie sygnały do pozostałych bloków rejestratora. Wewnątrz układu US7 znajdują się trzy przerzutniki. Ich wyjścia wyprowadzone są na sygnałach S0, S1, S2. Sygnały te tworzą liczbę binarną – np. $S2 = 1$, $S1 = 0$, $S0 = 1$, którą w podanym przykładzie jest liczbą 5. Liczba ta określa stan, w którym znajduje się automat. Stany automatu oznaczone są symbolami od St0 do St7 i odpowiadają liczbom od 0 do 7.

W czasie działania rejestratora automat zmienia stany według grafu pokazanego na rysunku 6. Zmiany stanu są wywoływane przez sygnały wejściowe START, STOP, KROK, !KONIEC i WYZW. Na strzałkach grafu opisane są sygnały, które powodują przejścia z jednego stanu do drugiego.

Każdy ze stanów ma swoją funkcję, więc w każdym z nich aktywne są odpowiednie sygnały wyjściowe. Sygnały poprzedzone wykrzyknikiem aktywne są w stanie 0. O tym, które sygnały są aktywne w poszczególnych stanach informuje tabela 1.

Rysunek 7 prezentuje przebiegi czasowe sygnałów podczas zapisu do pamięci. Ustawienie START na 1 powoduje przejście do stanu St1. Automat czeka na sygnał WYZW=1, a po jego otrzymaniu rozpoczyna zapis.



Rys. 9 Płytką drukowaną od strony druku

W tym momencie każdy takt zegara powoduje przejście $St2 \rightarrow St3 \rightarrow St2 \rightarrow St3 \dots$. W stanie $St2$ następuje zwiększenie licznika adresów, a w stanie $St3$ zapisanie danych do pamięci. Cykl przejść z $St2$ do $St3$ jest powtarzany do zapewnienia pamięci. Warto zwrócić uwagę na sposób zakończenia zapisu. Gdy licznik jest w stanie $FFFh$ (ostatni adres), a sygnał taktu-

jący go (LICZ_CLK) jest równy 0, sygnał !KONIEC przyjmuje wartość 0. Powoduje to przejście ze stanu $St3$ do $St7$, a nie $St2$ jak w poprzednich cyklach zapisu. Automat przechodzi do stanu $St6$, a do $St0$ dopiero po ustawieniu $START=0$.

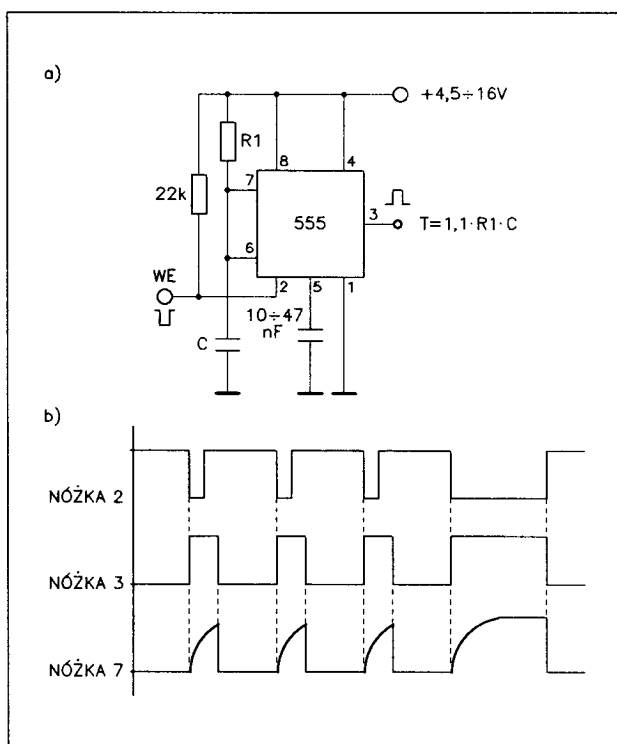
Przebiegi przy odczycie z pamięci znajdują się na rysunku 8. Automat przechodzi do odczytu po otrzymaniu sygnału KROK. Zwiększany jest licznik adresów i automat czeka na $KROK=0$. Wtedy następuje przejście do stanu $St5$ i oczekiwanie na $KROK=1$. Zawartość pamięci jest dostępna w stanach $St4$ i $St5$. Odczyt odbywa się podobnie jak zapis. Różnica polega na tym, że podczas zapisu zmiany są synchronizowane sygnałem taktującym z generatora (co daje stałą częstotliwość zapisywania), a podczas odczytu zmiany stanów następują po zmianach sygnału KROK. Zapewnia to dowolnie małą szybkość, odczytu tak aby komputer nadążał z pobieraniem danych.

W ofercie wydawnictwa ARTKELE znajduje się program obsługujący rejestrator. Umożliwia on wygodne ustawianie parametrów pracy i czytelną prezentację wyników rejestracji. Program pracuje na komputerach PC w środowisku Windows 3.1. Nie wymaga posiadania dużej pamięci RAM – niewiele więcej niż sam system Windows.

Dokończenie w następnym numerze.

Dokończenie tekstu ze str. 2 – Tajmer 555

W czasie generacji impulsu układ jest niewrażliwy na impulsy pojawiające się na wejściu wyzwalającym. Natomiast w każdej chwili można przerwać proces generacji zwierając wejście zerowania (nóżka 4) z masą (dokładniej napięcie zerujące powinno być mniejsze niż 0,7 V). W przypadku gdy wyjście zerujące nie jest wykorzystywane łączy się je z plusem zasilania.



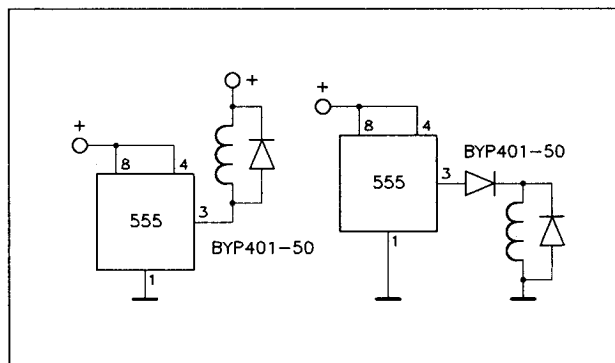
Rys. 2 Generators monostabilny a) schemat ideowy, b) przebiegi w punktach układu

Wejście sterujące (nóżka 5) może być wykorzystane do napięciowego sterowania czasem trwania generowanych impulsów. Jeżeli do tego wejścia doprowadzi się napięcie większe niż $2/3$ napięcia zasilania, to komparator A zostanie wyzwolony później i czas generowanego impulsu wydłuży się. Natomiast przy doprowadzeniu napięcia mniejszego od $2/3$ napięcia zasilania czas impulsu zostanie skrócony. Modulację szerokości impulsów można stosować zarówno w trybie astabilnym jak i bistabilnym. Napięcie sterujące może zmieniać się w zakresie $0,45 \div 0,9 U_{cc}$ dla pracy monostabilnej i od 1,7 V do U_{cc} dla pracy astabilnej. W przypadku gdy układ pracuje bez modulacji szerokości impulsu wejście to powinno być zablokowane kondensatorem ceramicznym o pojemności $10 \div 47$ nF, co eliminuje wpływ zakłóceń na czas trwania generowanych impulsów.

Wejście wyzwalania (nóżka 2) reaguje na opadające zbocze impulsu. Prąd wymagany do wyzwolenia generacji pojedynczego impulsu wynosi ok. 0,5 mA. Próg napięciowy przy którym następuje wyzwolenie wynosi

ok. $1/3$ napięcia zasilania. Wejście to jest bardzo czułe. Możliwe jest wyzwolenie monowibratora przez dotknięcie dłonią wyprowadzenia wyzwalającego.

Czas trwania generowanego impulsu zmienia się w niewielkim stopniu wraz ze zmianą napięcia zasilającego układ, ok. 0,1% na 1 V zmiany napięcia. Wpływ zmian temperatury na czas generowanego impulsu także jest niewielki i wynosi dla pracy monostabilnej 50 ppm/°C, a dla pracy bistabilnej 150 ppm/°C.



Rys. 3 Sposób włączenia diod zabezpieczających przed przepięciami

Na wyjściu układu umieszczono stopień komplementarny, co pozwala na sterowanie obciążeniem włączonym pomiędzy wyjście i masę, lub pomiędzy wyjście i napięcie zasilania. Maksymalny prąd wyjściowy wynosi 200 mA. Doprowadzenie do wyjścia napięcia ujemnego o wartości -1 V (lub mniejszego) powoduje wzbudzenie się układu (tzw. efekt "latch up"). Dlatego też jeżeli jako obciążenie zastosowana jest cewka przekaźnika lub inny element indukcyjny, konieczne jest stosowanie diod zabezpieczających przed przepięciami, tak jak pokazano to na rysunku 3.

Pobór prądu przez układ 555 wykonany w wersji bipolarnej jest niewielki i wynosi ok. $3 \div 6$ mA. Natomiast wersja CMOS pobiera prąd ok. 100 μ A przy $V_{cc} = 5$ V, 200 μ A przy $V_{cc} = 15$ V.

Schemat generatora astabilnego zamieszczony został na rysunku 4. Kondensator C ładowany jest prądem płynącym przez rezystory R1 i R2 do napięcia $2/3 U_{cc}$. W trakcie ładowania się kondensatora wyjście układu (nóżka 3) jest w stanie wysokim. Natomiast proces rozładowywania się kondensatora odbywa się tylko przez rezystor R2 do napięcia $1/3 U_{cc}$. Czasy poszczególnych faz pracy generatora można obliczyć na podstawie poniższych wzorów:

$$T_H [s] = 0,693(R1 [\Omega] + R2[\Omega]) \cdot C [F]$$

$$T_L [s] = 0,693 \cdot R2 [\Omega] \cdot C [F]$$

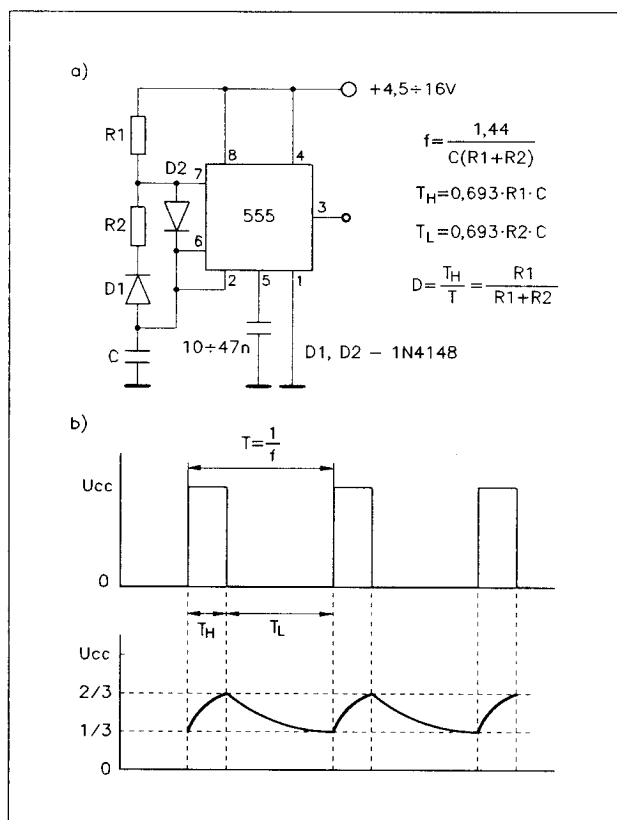
Zatem częstotliwość generowanego przebiegu będzie wynosiła:

$$f \text{ [Hz]} = \frac{1}{T_H \text{ [s]} + T_L \text{ [s]}} = \frac{1,44}{C \text{ [F]}(R1 \text{ [}\Omega\text{]} + 2 \cdot R2 \text{ [}\Omega\text{])}}$$

Poprzez odpowiedni dobór elementów współczynnik wypełnienia generowanego przebiegu może być zmieniany w zakresie od ok. 50% do 100%. Do obliczania współczynnika wypełnienia można posłużyć się wzorem:

$$D = \frac{R1 \text{ [}\Omega\text{]} + R2 \text{ [}\Omega\text{]}}{R1 \text{ [}\Omega\text{]} + 2 \cdot R2 \text{ [}\Omega\text{]}}$$

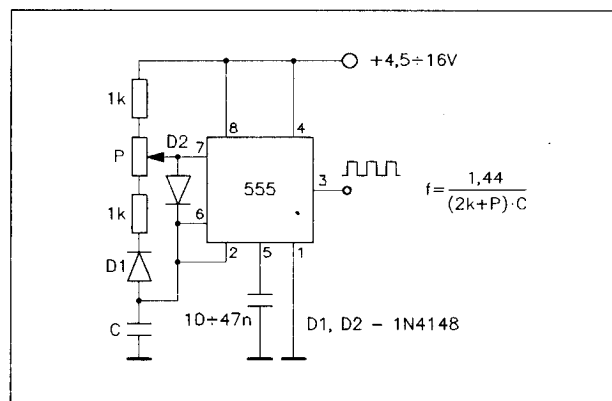
Chcąc uzyskać przebieg o wypełnieniu mniejszym niż 50% należy zmodyfikować układ generatora. Na rysunku 4 zamieszczono schemat generatora w którym można uzyskać współczynnik wypełnienia od prawie 0% aż do ok. 100%.



Rys. 4 Generator o dużym zakresie zmian współczynnika wypełnienia a) schemat ideowy, b) przebiegi w punktach układu

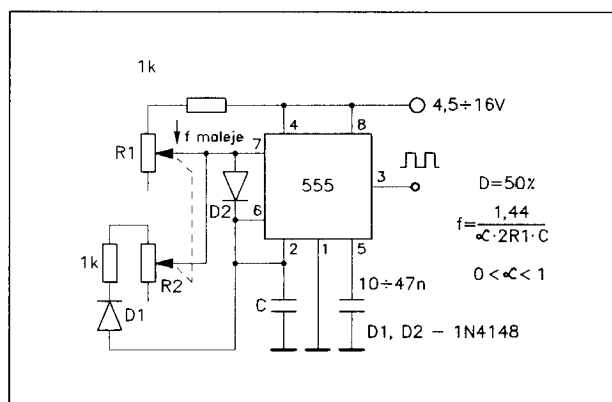
W układzie tym kondensator C ładowany jest przez rezystor R1 i diodę D2. W czasie ładowania kondensatora dioda D1 jest spolaryzowana zaporowo, uniemożliwiając przepływ prądu przez rezystor R2. W czasie rozładowywania kondensatora prąd płynie przez diodę D1 i rezystor R2. Zatem możliwe jest niezależne dobranie czasu ładowania i rozładowywania kondensatora C.

Dzięki temu współczynnik wypełnienia może zmieniać się w szerokich granicach. Spadki napięcia na diodach D1 i D2 wzajemnie się kompensują, zatem ich wpływ na częstotliwość pracy generatora jest do pominięcia. Wzory do obliczenia częstotliwości i współczynnika wypełnienia podano na rysunku.



Rys. 5 Generator o stałej częstotliwości i regulowanym współczynniku wypełnienia

Modyfikacją układu z rysunku 4 jest generator o stałej częstotliwości i regulowanym współczynniku wypełnienia, którego schemat przedstawiono na rysunku 5. Rezystory R1 i R2 o wartości ok. 1 kΩ włączone szeregowo z potencjometrem P ograniczają prąd płynący przez tranzystor rozładowujący kondensator C.



Rys. 6 Generator o stałym współczynniku wypełnienia 50% i regulowanej częstotliwości

Ostatnim już układem jest generator o regulowanej częstotliwości i stałym współczynniku wypełnienia. W układzie tym zastosowano podwójny potencjometr liniowy. Ze względu na niedokładną współbieżność obu sekcji potencjometru współczynnik wypełnienia podczas regulacji może ulegać niewielkim zmianom. Rezystory R3 i R4 ograniczają prąd płynący przez wewnętrzny tranzystor rozładowujący przy skrajnych nastawach potencjometru.

◇ mgr inż. Dariusz Cichoński

POTRÓJNE TRANSCEIVERY DIGITAL 942 (KF+CB+UKF)

Wszystkie rodzaje emisji, zakresy od 20 kHz ÷ 31,7 MHz, 50 ÷ 60 i 140 ÷ 150 MHz w jednym urządzeniu. Cena 1670 zł.

TRANSCEIVERY DIGITAL 96 CW/SSB, pełne pokrycie 20 kHz ÷ 31 MHz, mikroprocesorowe sterowanie, syntezer częstotliwości, cyfrowa skala, przestrajanie gałką, pamięci, wbudowany klucz elektronowy, moc 4 W, czułość 0,2 μ V, duża odporność na skrośną modulację, BK, XIT, RIT, itd. **CENA PROMOCYJNA 620 zł.**

DWIE NOWOŚCI DLA RADIOAMATORÓW!

Zestawy do samodzielnego montażu transceiverów DIGITAL 942, oraz DIGITAL 96. W skład zestawu wchodzi: uruchomiony sterownik mikroprocesorowy, płytki drukowane, komplet dokumentacji (razem z instrukcją uruchamiania), komplet cewek, elementy nietypowe. Cena zestawów: DIGITAL 942 – 380 zł, DIGITAL 96 – 290 zł.

WYKRYWACZE WSZELKICH RADIOWYCH PODSŁUCHÓW

● mieszczą się w dłoni ● lokalizują miejsce ukrycia podsłuchu ● zakres pracy od fal krótkich, aż do kilku GHz (przetestowano do 3 GHz) ● absolutna prostota obsługi – jeden przycisk ● przydatne w biznesie i nie tylko... Domyśl się sam... ● cena 130 zł.

PRZESTRAJANY ODBIORCZY FILTR DO CB

Włącza się go między anteną a radiotelefon. Zwiększa odporność odbiorników AM i SSB na zakłócenia od innych stacji. Zawęża pasmo do 4 kHz, pozwalając na wycięcie zakłóconej wstęgi sygnału AM. Posiada przełącznik wzmocnienia –6, 0, +6 dB, oraz automatyczny przełącznik nadawanie/odbior. Oprócz wielu innych elementów elektronicznych w filtrze zastosowano jedenaście tranzystorów i ośmiokwarcowy filtr. Cena: 220 zł.

Informacje (gratis): V-Electronics ul. Sucharskiego 17, 65-001 Zielona Góra tel/fax 26-67-55
Prowadzimy także sprzedaż wysyłkową za zaliczeniem pocztowym. Dla sklepów upusty.

ELEKTRONICY PŁYTKY, KITY, URUCHOMIONE URZĄDZENIA

Oscylloskopy, generatory, wobulatory, częstotliwościomierze, radiotelefony, telewizja amatorska, transwertery, odbiorniki, detektory podsłuchów, sterowanie DTFM, wykrywacze metali, detektory gazu, echosondy, korektory video, procesory surround, echa, reduktory szumu DBX, oraz ponad 300 innych urządzeń kontr.-pomiar.

OBNIŻKA CEN, ZAWSZE AKTUALNE
NOWY KATALOG - KOPERTA + ZNACZEK 2 zł
PEP WROCŁAW 17 Skr. Pocz. 1625

SAM WYKONASZ OBWODY DRUKOWANE

Zestaw (laminat, wytrawiacz, instrukcja)
cena 4,50 zł + opłaty pocztowe.

Płatne za zaliczeniem pocztowym.

Oferuję sam laminat jedno- i dwustronny.
Chlorek żelazowy i pisaki do wykonania obwodów drukowanych. Katalog bezpłatnie.
Pracownia Elektroniczna
skr. poczt. 344, 90-950 Łódź - 1
zawsze aktualne !

Autoalarm włączany pilotem (kodowany)
prosty montaż w każdym samochodzie
w komplecie dwa piloty i czujnik 130 zł – 200 zł
Mikroszpieg z odbiornikiem – 36 zł
Elektrozawory paliwa atestowane – 80 zł
Zasilacz reg. 0–30 V, 0–3 A – 85 zł
oraz zestawy do samodzielnego montażu.
Płatne przy odbiorze.
Szczegółowa oferta koperta + znaczek

MN
ul. Al. Rzeczypospolitej 100/2
59-220 LEGNICA
tel. 076 - 60-16-19 od 10⁰⁰-16⁰⁰

A-Z Elektronik
oferuje w sprzedaży wysyłkowej
Uniwersalny Mikroprocesorowy
Miernik Częstotliwości
do samodzielnego montażu.

Zestaw składa się z dwóch uruchomionych płytek, wymaga wykonania połączeń pomiędzy płytkami oraz preskalera z obwodem wejściowym

Pomiar częstotliwości w zakresie
0,1 – 30 MHz, 30 – 1500 MHz

Pomiar z poprawką na poszczególne częstotliwości (4 różne poprawki: 9,000; 10,700; 10,695; 21,400 MHz)

Poprawka dotycząca rodzaju emisji (AM, FM, USB, LSB)

Dowolny wybór dokładności pomiaru 1 Hz – 1 kHz

Cena 115 zł brutto

Zamówienia oraz prośby o bliższe informacje prosimy kierować pod adres:

A-Z Elektronik
ul. Elektronowa 2
65-730 ZIELONA GÓRA
Tel. (068) 269-499 w 113
Tel. (068) 261-497 w 113



Amiga i C64

Schematy, podzespoły, oprogramowanie.
Szeroki wybór programów elektronicznych
Programy użytkowe Public Domain dla wszystkich użytkowników C64 i Amigi.
Info druk – 2 znaczki.
Info dysk – dysk + 3 znaczki lub przekazem 3 zł C64, 4 zł Amiga.

ELKO ul. Sportowa 20
11-200 Bartoszyce

SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA ELEMENTÓW

Sprzedaż wysyłkowa prowadzona jest w ścisłej współpracy z redakcją Praktycznego Elektronika przez firmę LARO S.C. Asortyment elementów obejmuje wszystkie urządzenia publikowane na łamach Praktycznego Elektronika. Szczegółowy wykaz elementów, wraz z cenami można znaleźć w numerze 4/96 PE na stronach I-IV.

LARO S.C.
65-958 ZIELONA GÓRA
skr. poczt. nr 149

ELCOMP

DOM SPRZEDAŻY WYSYŁKOWEJ

– elementy elektroniczne najwyższej jakości
– katalog zawierający podstawowe dane, opisy oraz rysunki elementów
– stale poszerzająca się oferta

Informacje: **ELCOMP**
ul. Sikorskiego 21c/3,
64-400 Międzybóże

TRANSET zestawy do samodzielnego montażu, oraz zmontowane płytki.

- 1 profesjonalnych wykrywaczy metali z discriminacją,
- 2 przystawki zmieniającej OTV w wielokanałowy oscyloskop,
- 3 generator funkcji 1 Hz ÷ 1 MHz,
- 4 radiotelefony CB,
- 5 częstościomierz/czasom. 1Hz÷2GHz
- 6 i wiele innych zestawów.

Informator – koperta + znaczki na list polecony.
ul. Szkolna 2 - 58-550 KARPACZ

Sprzedam kwantowy wykrywacz metali
tel. 0-42 198-833

Końcówki mocy m.cz., uruchomione płytki zasilaczy stabilizowanych
informacje (0-50) Tel/Fax 32-81-81

Sprzedam wobuloskop, analizator widma
do 1 GHz tel. (071) 57-16-20

Kupię Lampy 6II45C do Rubina 714
tel.(071) 57-16-20